Journal of Biotechnology and Biodiversity

journal homepage: *https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/index*

A arquitetura do tubete altera a formação de novas raízes em mudas de *Parapiptadenia rigida*

Joao Alexandre Lopes Dranski[a*], Ubirajara Contro Malavasi[b]

[a] Viveiro Sempre Verde Ltda., Brasil
[b] Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
* Autor correspondente (joaodranski@yahoo.com.br)

I N F O

Keywords
angico
containers
design
seedling quality

A B S T R A C T

The container architecture alters the new roots formation in Parapiptadenia rigida seedlings
The seedling field establishment is linked to its ability to form new roots. By changing the plug design during seedlings production would induce aerial root pruning and enhance new roots emission. This research evaluated changes in plug architecture through drillings and cuts on the quality and performance of *Parapiptadenia rigida* seedlings. The experiment was conducted under greenhouse conditions, via direct sowing, in 120 cm^3 conical plastic plugs following a completely randomized design (CRD) consisting of four treatments and four replications. The treatments consisted of a control treatment (without changing the plug architecture) and three drilling patterns. The first drilling consisted of 4 longitudinal cuts measuring 40 x 6.5 mm. The second drilling was performed using 8 holes of 11.5 mm. The third drilling consisted of 8 holes of 11.5 mm and 8 holes of 6.5 mm. Seedling growth was periodically evaluated up to 180 days from sowing, as well as the morphophysiological quality and performance of new roots. The growth was not modified by the different drilling patterns. The morphological quality evaluation, however, indicated a greater stem diameter growth for seedlings propagated from plugs with different holes. Seedlings of *Parapiptadenia rigida* propagated in plugs with longitudinal cuts resulted in greater biomass accumulation of the new roots.

Palavras-chaves
angico vermelho
recipientes
design
qualidade de mudas

R E S U M O

O estabelecimento de uma muda a campo está atrelada com a sua capacidade de formação de novas raízes, sendo que a alteração do design de tubetes convencionalmente utilizados na produção de mudas pode induzir a poda aérea radicular e potencializar a emissão de novas raízes. Esta pesquisa avaliou alterações na arquitetura de tubetes por meio de furações e cortes sobre a qualidade e desempenho de mudas de *Parapiptadenia rigida*. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, via semeadura direta, em tubetes de 120 cm^3, seguindo o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) composto por quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram por um tratamento controle (sem alteração da arquitetura do tubete) e três padrões de furações. A primeira furação foi composta por 4 cortes longitudinais de 40 x 6,5 mm. A segunda furação foi efetuada por meio de 8 furos de 11,5 mm. A terceira furação constou 8 furos de 11,5 mm e 8 furos de 6,5 mm. Avaliou-se periodicamente o crescimento das mudas e após 180 dias da semeadura, a qualidade morfofisiológica e o desempenho, por meio da capacidade de crescimento de novas raízes. O crescimento não foi modificado pelos diferentes padrões de furação, porém, a avaliação da qualidade morfológica indicou um maior crescimento diamétrico caulinar para mudas propagadas em tubetes com diferentes furações, e mudas propagadas em tubetes com cortes longitudinais possibilitou o maior acúmulo de biomassa de novas raízes em mudas de *Parapiptadenia rigida*.

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

Creative Commons License. All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution License.

INTRODUÇÃO

Em sua politica nacional de proteção da vegetação nativa o Brasil assumiu a missão de recuperar em torno de 21 milhões de hectares de florestas naturais até 2030. Daquele total, 10,5 milhões utilizaria a restauração ativa através do plantio de mudas florestais nativas, comumente utilizado frente às demais técnicas de restauração (Freire et al., 2017). O sucesso do estabelecimento do plantio de espécies lenhosas depende, em parte, da qualidade da muda utilizada (Close et al., 2005).

O estabelecimento de uma muda a campo está atrelado com a sua capacidade de formação de novas raízes (Grossnickle, 2005). A formação de raízes laterais ocorre após diferenciação e alongamento das células do meristema apical do caule, modulado por fatores intrínsecos e por fatores ambientais bióticos e abióticos, como a poda radicular (Waidmann et al., 2020).

O uso de recipientes rígidos de polipropileno (tubetes) possibilitou a produção de mudas em larga escala, além da automação da produção e as operações mecanizadas de plantio de espécies arbustivas e arbóreas (Haase et al., 2021). No entanto, o desenvolvimento radicular de mudas de espécies florestais é afetado por diferentes formas, volumes, design de recipientes utilizados, como reportado por Vieira et al. (2019) em mudas de *Araucaria angustifolia* [(Bert.) O. Kuntze] e em mudas de *Quercus robur* L. e *Juglans regia* L. por Mariottia et al. (2015).

O maior desafio imediato no estabelecimento após o plantio de mudas de espécies lenhosas é a absorção insuficiente de recursos do solo pelas raízes, particularmente água (Sánchez-Romera e Aroca, 2020). Contudo, o volume do recipiente restringe o crescimento e desenvolvimento radicular, gerando poucos pontos de emissão de novas raízes, haja vista que sua arquitetura permite apenas poda aérea em sua extremidade inferior. Portanto, a presença de furações e/ou aberturas laterais ao longo do comprimento do tubete pode induzir a poda aérea nestes pontos e possibilitar a emissão de novas raízes, permitindo um rápido estabelecimento em campo.

Parapiptadenia rigida (Benth.) popularmente conhecida como angico vermelho, pertence à família Fabaceae é uma espécie é nativa do Brasil, não endêmica, com ampla ocorrência no território brasileiro, pois habita os domínios fitogeográficos da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica (Carvalho, 2002). Na região Oeste do Estado do Paraná, a espécie apresenta um alto valor de cobertura (≥ 4,0%) na Floresta Estacional Semidecidual, mas principalmente em regiões de transição com a Floresta Ombrófila Mista (11,3%) (Souza et al., 2017). Além de sua importância ecológica, a espécie possui relevante importância econômica, pois sua madeira pode ser empregada para fins energéticos e de desdobro (Carvalho, 2002) e seu povoamento pode ser manejado em sistema de alto fuste com distribuição espacial uniforme (Severiano, 2015).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar alterações na arquitetura de tubetes por meio de furações e cortes sobre a qualidade e desempenho de mudas de *Parapiptadenia rigida*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em condições de casa de vegetação, durante os meses de agosto de 2021 a fevereiro de 2022, nas dependências da Faculdade Educacional de Medianeira (UDC-Medianeira), localizada no município de Medianeira-PR. A temperatura média do ambiente propagativo, monitorado as 15:00 h manteve-se a 27,0 ± 8,0 °C com umidade relativa do ar de 72,0 ± 18,0% e densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos de 1.167,3 ± 603,0 µmol m^2 s^{-1}.

Ao final da fase de crescimento exponencial, as mudas foram expostas a pleno sol, durante os meses de novembro de 2021 a março de 2022, sendo nos meses de fevereiro e março destinado a avaliação de desempenho. Nesta etapa não foi monitorada as condições agroclimáticas, sendo que o clima da região é caracterizado de acordo com a classificação de Köppen como Cfa (Clima Subtropical com verão quente) (Alvares et al., 2013).

O experimento seguiu o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) composto por quatro tratamentos e quatro repetições de 16 mudas. Os tratamentos foram compostos por um controle (sem alteração da arquitetura do tubete) e três padrões de furações em tubetes de seção circular de 120 cm^3 com oito estrias internas (Figura 01).

A primeira furação (T1) foi composta por 4 cortes longitudinais de 40 x 6,5 mm, em dois pares, opostos entre si e alternos entre par, a uma distância de 2 e 8 cm da abertura superior. A segunda furação (T2) foi efetuada por meio de 8 furos de 11,5 mm, em quatro pares, opostos entre si e alternos entre pares, a uma distância de 2,5, 5,0, 7,0 e 10,0 da abertura superior. A terceira furação (T3) constou 8 furos de 11,5 mm e 8 furos de 6,5 mm, em quartetos, sendo dois quartetos de furos perpendiculares entre si a uma distância de 2,5 e 5,0 cm da abertura superior e dois quartetos de furos de 6,5 mm, perpendiculares entre si a uma distância de 9,0 e 12,0 cm da abertura

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

superior. Os padrões de furação resultaram na proporção de área aberta de 7%, 6% e 8%, respectivamente, para T1, T2 e T3, em relação ao tratamento controle. Todas as furações ocorreram de forma a atingir ao centro, as estrias internas dos tubetes, utilizando microrretífica e furadeira manuais.

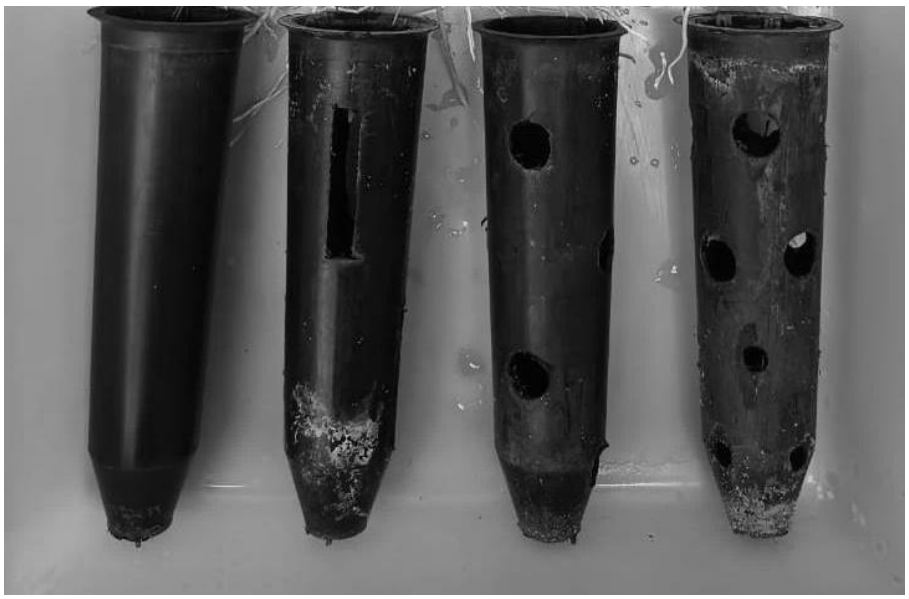

Figura 01 - Padrões de furação em tubetes de seção circular de 120 cm^3 na propagação seminífera de *Parapiptadenia rigida*

Sementes de *Parapiptadenia rigida* foram coletadas de cinco matrizes localizadas em remanescente florestal na região do município de Cascavel-PR, com vagens na coloração preta, em inicio de deiscência em julho de 2021. Após a coleta, as sementes foram extraídas manualmente e classificadas em peneiras de crivo circular, sendo então utilizadas as sementes retidas em peneira com crivo de 9 mm.

A semeadura ocorreu em agosto de 2021 nos tubetes preenchidos com substrato comercial condicionador de solo a base de vermiculita, turfa Sphagnum, perlita e casca de arroz torrificada (Carolina Soil®), fertilizado com 8,0 kg m^3 de um fertilizante de liberação lenta (Osmocote® 5-6 meses) da formulação $N_2 – P_2O_5 – K_2O$ (15-9-12). Foram semeadas 2 sementes por tubete, que foram acomodados em bandejas de plásticas com capacidade para 96 recipientes. Após duas semanas da semeadura, quando as plântulas atingiram cerca de 5 cm e 3 pares de raquis, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete. Também realizou-se a redução pela metade da ocupação dos tubetes nas bandejas.

O tempo de formação das mudas foi de 180 dias após a semeadura. Os 110 dias da semeadura destinados as fases de estabelecimento e rápido crescimento e os últimos 70 dias para a rustificação. A rustificação ocorreu por meio da exposição das mudas a pleno sol, com uma rega manual diária, até a saturação do substrato.

Durante as fases de estabelecimento e rápido crescimento, as mudas foram irrigadas por aspersão, com lâmina diária de 9,0 mm, em três turnos de rega. Mondas entre tratamentos foram realizadas a cada quinze dias.

Durante o tempo de formação das mudas, foi avaliado periodicamente o crescimento das mudas com base na altura (A) e no diâmetro do coleto (Dc) e calculado a relação A/Dc. Ao término dos 180 dias após emergência, em cinco mudas por repetição, foi mensurado a altura da parte aérea (A) (cm), o diâmetro do coleto (Dc) (mm). Foi quantificada a massa seca de raiz (MSR) e a massa seca dos tecidos aéreos (MSPA) por meio do método de secagem em estufa por 72 h a 65 °C, sendo os resultados expressos em g por muda, além da soma de ambos os componentes (MSPA + MSR) representando a massa seca total (MST), expresso em g por muda. Complementarmente foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al., 1960).

Para a avaliação do desempenho de mudas, foi avaliado a capacidade de crescimento de novas raízes. Para tanto, duas mudas por repetição foram transplantadas para vasos com volume de 14,0 dm^3 preenchidos com areia, sem fertilização, submetidas a rega com uma lâmina diária de 15 mm, durante 28 dias após o plantio (Landis, 2010). Ao final foi quantificada a massa de matéria seca de novas raízes que emergiram do torrão por meio do método de secagem em estufa

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

por 72 h a 65 °C.

Os dados foram averiguados quanto à normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, e quanto à homogeneidade da variância dos erros pelo teste de Brow-Foresth. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do software SigmaPlot 12.0 (Sigmaplot, 2011). Na avaliação do crescimento em função do tempo, os dados foram submetidos à regressão a 5% de probabilidade de erro, enquanto que na avaliação da qualidade das mudas e do desempenho as médias foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes padrões de furação não alteraram o crescimento em altura e em diâmetro do coleto das mudas de *Parapiptadenia rigida* (Figura 02a e 02b). As mudas alcançaram, em média, uma altura de 53,3 cm com 6,38 mm de diâmetro do coleto.

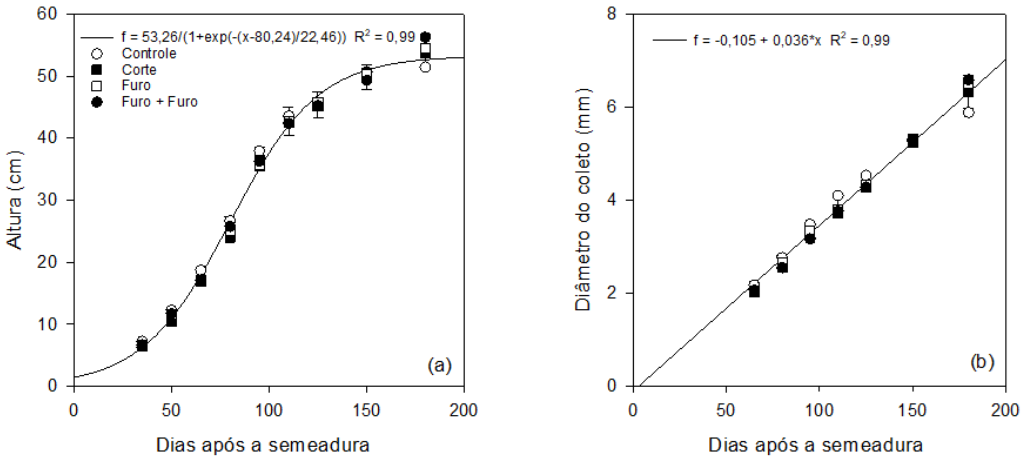

Figura 02 – Crescimento em altura (A) e diâmetro do coleto (Dc) de mudas de *Parapiptadenia rigida* em função da furação dos tubetes e dias após semeadura

Em que: Barras representam o desvio padrão.

A relação A/Dc ao final do período de formação das mudas foi de 8,35 cm mm^{-1} (Figura 03). Nota-se que após a imposição da rustificação aos 110 dias da semeadura houve uma redução substancial nesta relação (17,8%), haja vista que a relação A/Dc aumentou polinomialmente até os 113 dias da semeadura, sendo alcançado o valor de 10,16 cm mm^{-1}, e associados a uma diminuição na velocidade de crescimento em altura que foi potencializada 125 dias da semeadura (momento em que se detectou 90% do ganho em altura) e o aumento linear em diâmetro do coleto (a uma taxa de 0,036 mm por dia de crescimento). Houve, portanto, uma redução do crescimento primário e priorizado o secundário, que também é desejado com a prática rustificativa para mudas de espécies de rápido crescimento, evitando assim o desequilíbrio no crescimento caulinar.

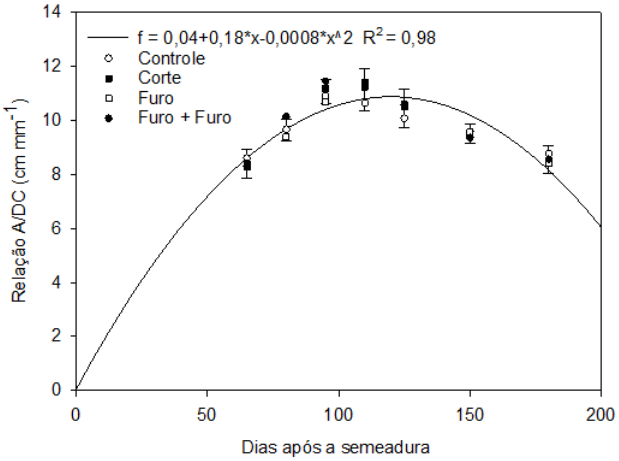

Figura 03 – Relação entre altura e diâmetro do coleto (relação (A/DC) em mudas de *Parapiptadenia rigida* em função da furação dos tubetes e dias após semeadura

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

Em que: Barras representam o desvio padrão.

Na avaliação da qualidade das mudas de *Parapiptadenia rigida* após 180 dias da semeadura (Figura 04), as diferentes furações alteraram significativamente o diâmetro do coleto (Figura 04a). Mudas propagadas em tubetes sem furação (controle) resultaram no menor diâmetro do coleto (5,88 mm) em relação às mudas propagadas em tubetes com 8 e 16 furos (6,54 mm), sem, contudo diferir de mudas propagadas em tubetes com 4 cortes longitudinais (6,33 mm).

Para os demais parâmetros morfológicos não houve significância (p> 0,05). Mudas de *Parapiptadenia rigida* externaram em média 53,3 cm de altura, com uma relação A/Dc de 8,35 cm mm^{-1} com uma massa de matéria seca das raízes (MSR) de 3,17 g e matéria seca da parte aérea (MSPA) de 6,20 g, que resultou em um índice de qualidade de Dickson de 0,89.

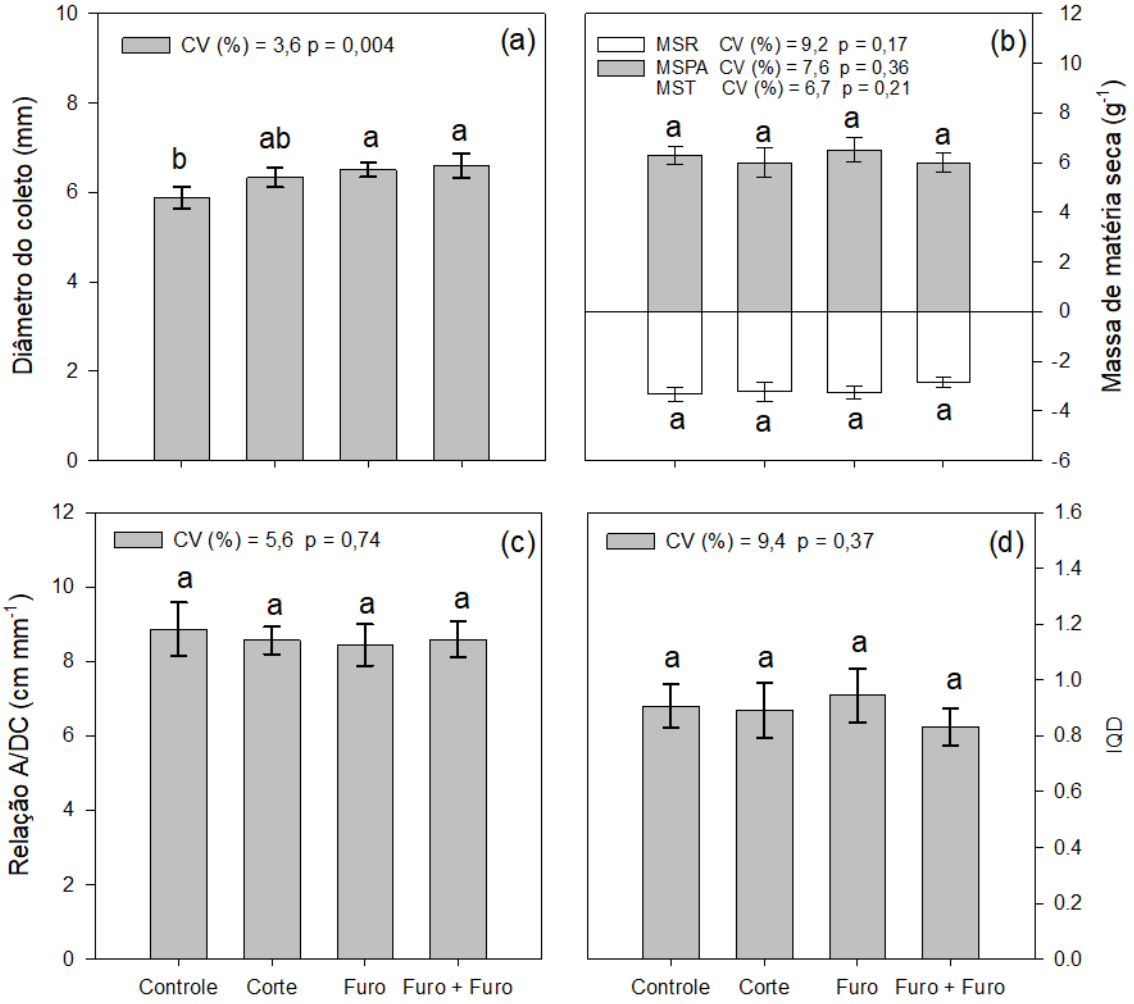

Figura 04 – Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade em mudas de *Parapiptadenia rigida* em função da furação dos tubetes. (a) diâmetro do coleto; (b) massa de matéria seca; (c) relação A/DC; (d) índice de qualidade de Dickson

Em que: Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Barras representam o desvio padrão.

Quanto a avaliação do desempenho das mudas, na formação de novas raízes (Figura 05) mudas propagadas em tubetes com 4 cortes longitudinais de 40 x 6,5 mm resultaram na maior massa de matéria seca de novas raízes (Figura 05a) emergidas do torrão (1.021,6 mg) em relação ao tratamento controle (760,8 mg). As demais furações não diferiram significativamente em relação ao tratamento controle, sendo observados os valores de 892,9 e 675,9 mg por muda, respectivamente para mudas propagadas em tubetes com 8 (furo) e 16 furos (furo + furo).

Em que: Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Barras representam o desvio padrão.

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

Com base na Figura 05b é possível visualizar que em mudas de *Parapiptadenia rigida* propagadas em tubetes com diferentes padrões de furação há muitos pontos de crescimento de novas raízes distribuídos pelo torrão, enquanto que no tratamento controle, as novas raízes se concentraram na extremidade inferior do torrão.

O espiralamento, a atrofia e tortuosidades são típicas deformações radiculares observadas em mudas propagadas em recipientes e afetam negativamente a alocação de biomassa nesse órgão (Lopes et al., 2020) e as empresas especializadas no setor da produção de mudas têm investindo em tecnologias ao longo do tempo que possibilitem minimizar tal problema, como a presença de orifícios e fendas de drenagem que promovem adicionalmente a poda aérea radicular com o ônus da secagem mais rápida do substrato (Landis et al., 2014). Gabriele et al. (2010) observaram em mudas de *Tilia cordata* Mill. e *Ulmus minor* Mill. uma redução respectivamente de 50% e 58% na porcentagem de deformidades radiculares utilizando Superoots air-pots® em comparação com tubetes de seção quadrada, contudo, as mudas apresentaram sintomas de déficit hídrico moderado.

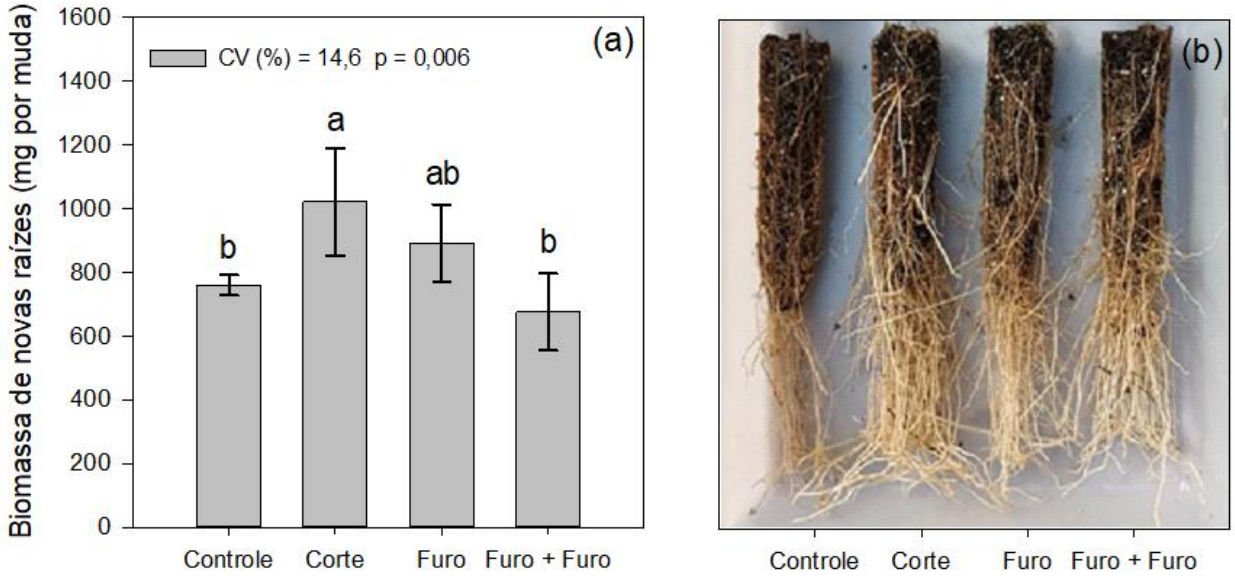

Figura 05 – Massa de matéria seca de novas raízes (a), e desenvolvimento radicular de mudas de *Parapiptadenia rigida* em função da furação dos tubetes

Os diferentes padrões de furações não alteraram a taxa de crescimento das mudas de *Parapiptadenia rigida* (Figuras 02 e 03) indicando que os turnos e lâmina de irrigação foram suficientes para evitar a dessecação do sistema radicular daquelas mudas, e, consequentemente mitigando os efeitos do estresse hídrico.

Pelo fato de ser um método não destrutivo, e possuir forte aderência com a sobrevivência a campo (Grossnickle e El-Kassaby, 2016) o Dc pode ser considerado como o melhor indicador prático para estimar os valores de índices de qualidade de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica (Avelino et al., 2022). Nesta pesquisa observou-se que o Dc de mudas propagadas em recipientes com sua arquitetura alterada foram em média 10% maiores em relação aos tubetes convencionais, mas isso não resultou em índice de qualidade superior ao tratamento controle (Figura 04).

O desenvolvimento radicular após o plantio parece ser o fator chave na obtenção de maiores taxas de sobrevivência e de crescimento inicial expressivo para mudas de espécies florestais nativas propagadas em tubetes (Grossnickle e Ivetic, 2022). Mudas recém-plantadas que não estabeleceram uma conexão no contínuo torrão-solo-atmosfera, que possibilita sua permanência no ambiente, são mais vulneráveis as diferentes formas e intensidades de estresse (Close et al., 2005). Logo, a capacidade de emissão de novas raízes pode contribuir significativamente no estabelecimento das mudas no campo.

O desenvolvimento radicular pode ser favorecido na emissão de novas raízes por meio da poda radicular, como a química, a aérea e a mecânica. A poda química radicular com recipientes revestidos com carbonato de cobre foi avaliado por Montagnoli et al. (2022) em mudas de *Populus nigra* L. Os autores enfatizaram que a

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

poda radicular no topo do recipiente não favoreceu a formação de novas raízes, enquanto que o ganho em número e biomassa radicular foi obtido no centro do recipiente, já na base do recipiente há maior ganho em comprimento de raízes.

Simshaw et al. (2016) avaliaram os efeitos de quatro designs de recipientes que promovem a poda aérea radicular em mudas de duas espécies de arbustos lenhosos (*Amelanchier x grandiflora* e *Rhus aromatica*). Os autores constataram que todos os quatro recipientes promoveram ramificações radiculares e produziram mais raízes finas do que os recipientes de plástico padrão. Para Faller et al. (2020), a poda mecânica radicular, com uma intensidade de 25% de seu comprimento, promoveu maior crescimento e qualidade de mudas *Hymenaea courbaril* L. fato este associado a emissão de novas raízes com maior capacidade absortiva, melhorando, portanto, seu desempenho.

Os tubetes com a maior área de perfuração resultaram em uma maior exposição do sistema radicular à ação do ar e consequentemente, no maior número de pontos de poda radicular, refletindo no ganho em biomassa de novas raízes (Figura 05). Os tubetes de polipropileno convencionalmente fabricados resultaram na menor formação de novas raízes, e isso refletiu na biomassa quantificada e na distribuição ao longo do sistema radicular de mudas de *Parapiptadenia rigida*. Naqueles tubetes apenas a modulação da arquitetura do sistema radicular promovido pelas estrias pode promover um torrão com maior robustez, mas limita pontos de poda radicular, pois apenas as raízes que alcançarem a extremidade inferior sofrerão poda.

A análise dos resultados demonstrou que a poda radicular promovida por cortes longitudinais dos tubetes proporcionou maior emissão de novas raízes em mudas de *Parapiptadenia rigida* sem comprometer seu desenvolvimento em viveiro. Espécies lenhosas do grupo funcional primário como a *Parapiptadenia rigida* possuem uma taxa de crescimento maior que espécies lenhosas secundárias e clímax, as quais emitem poucas raízes secundárias (Zangaro et al., 2016).

Portanto, pesquisas com espécies de diferentes grupos funcionais se tornam necessárias a fim de buscar o melhor design para a produção de mudas florestais nativas em recipientes.

CONCLUSÕES

Alterações no tubete por meio de furações e cortes longitudinais não alteraram o crescimento, enquanto que a qualidade foi incrementada por cortes longitudinais, pois possibilitou a maior formação de novas raízes em mudas de *Parapiptadenia rigida*.

REFERÊNCIAS

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Amoroso G, Frangi P, Piatti R. Effect of container design on plant growth and root deformation of littleleaf linden and field elm. Hortscience, v. 45, n. 12, p. 1824-1829, 2010. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.12.1824

Avelino NR, Schilling AC, Dalmolin AC, Santos MS; Mielke MS. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. Ciência Florestal, v. 31, n. 4, p. 1733-1750, 2021. https://doi.org/10.5902/1980509843229

Carvalho PER. Angico-Gurucaia. Colombo: Embrapa Florestas. 14p. 2002. (Circular Técnica 58).

Close DC, Bedle CL, Brown PH; The physiological basis of containerised tree seedling 'transplant shock': a review. Australian Forestry, v. 68, n. 2, p. 112-120, 2005. https://doi.org/10.1080/00049158.2005.10674954

Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. The Forestry Chronicle, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960. https://doi.org/10.5558/tfc36010-1

Faller BV, Amorin RS, Oliveira IA, Jardim IN. Efeito da poda radicular e do hidrogel no crescimento de mudas de jatobá. Nativa, v. 8, n. 4, p. 476-483, 2020. https://doi.org/10.31413/nativa.v8i4.8370

Freire JM, Urzedo DI, Piña-Rodrigues FCM. A realidade das sementes nativas no Brasil: desafios e oportunidades para a produção em larga escala. Seed News, v. 21, n. 5, p. 24-28, 2017.

Grossnickle SC. Importance of root growth in overcoming planting stress. New Forests, v. 30, p.273-294, 2005. https://doi.org/10.1007/s11056-004-8303-2

Grossnickle SC, Ivetić V. Root system development and field establishment: effect of seedling quality. New Forests, v. 53, n. 6, p. 1021-1067, 2022. https://doi.org/10.1007/s11056-022-09916-y

Grossnickle SC, El-Kassab YA. Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. New Forests, v. 47, n. 1, p. 1-51, 2016. https://doi.org/10.1007/s11056-015-9476-6

Haase DL, Bouzza K, Emerton L, Friday JB, Lieberg B, Aldrete A, Davis AS. The high cost of the low-cost polybag system: A review of nursery seedling production systems. Land, v. 10, n. 8, p. 2-19, 2021. https://doi.org/10.3390/land10080826

Landis TD, Luna T, Dumroese RW. Containers. In: Wilkinson KM, Landis TD, Haase DL, Daley BF, Kasten R (Eds.) Tropical Nursery Manual: A guide to starting and

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578

operating a nursery for native and traditional plants. Washington: Department of Agriculture, Forest Service. p.123-140. 2014.

Landis TD, Dumroese RK, Haase DL. The container tree nursery manual: seedling processing, storage, and outplanting. v. 7. Washington: Department of Agriculture, Forest Service. 200p. 2010.

Ribeiro Júnior JI, Melo ALP. Guia Prático para utilização do SAEG. Viçosa: UFV, 287p. 2008. *(Livro)*

Lopes ECS, Dalmolin ÂC, Allama IB, Pereira KF, Aitken WM, Santos MS, Santos AP, Mielke MS. Effects of root deformation and light availability on growth and biomass allocation of *Senna multijuga* seedlings (Rich) H. S. Irwin & Barneby. Revista Árvore, v. 44, e4418, 2020. https://doi.org/10.1590/1806-908820200000018

Mariottia B, Maltonia A, Jacobs DF, Tani A. Container effects on growth and biomass allocation in *Quercus robur* and *Juglans regia*. Scandinavian Journal of Forest Research, v. 30, n. 5, p. 401-415, 2015. https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1023352

Montagnoli A, Dumroese RK, Negri G, Scippa GS, Chiatante D, Terzaghi M. Asymmetrical copper root pruning may improve root traits for reforesting steep and/or windy sites. New Forests, v. 53, v. 6, p. 1093-1112, 2022. https://doi.org/10.1007/s11056-022-09913-1

Sánchez-Romera B, Aroca R. Plant roots: The hidden half for investigating salt and drought stress responses and tolerance. In: Hasanuzzaman M, Tanveer M. (Eds.) Salt and drought stress tolerance in plants. Switzerland: Springer Nature. p.137-175. 2020.

Severiano CEFFM. Potencial do manejo de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em sistema de alto fuste jardinado. Ano de obtenção: 2015. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Sigmaplot. Scientific Graphing Software: Version 12.0. San Rafael: Jandel Corporation. 2011.

Simshaw K, Woodward, T, Saulsbury L, Hoch WA. Effect of four root-pruning nursery containers on biomass, root architecture and media temperature©. Acta Horticulturae, v. 1140, p. 191-192, 2016. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1140.41

Souza RF, Machado AS, Galvão F, Figueiredo Filho A. Fitossociologia da vegetação arbórea do Parque Nacional do Iguaçu. Ciência Florestal, v. 27, n. 3, p. 853-869, 2017. https://doi.org/10.5902/1980509828635

Vieira LM, Gomes EN, Brown TA, Constantino V, Zanette F. Growth and quality of Brazilian pine tree seedlings as affected by container type and volume. Ornamental Horticulture, v. 25, n. 3, p. 276-286, 2019. https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i3.2059

Waidmann S, Sarkel E, Kleine-Vehn J. Same same, but different: growth responses of primary and lateral roots. Journal of Experimental Botany, v. 71, n. 8, 23 p. 2397-2411, 2020. https://doi.org/10.1093/jxb/eraa027

Zangaro W, Lescano L, Matsuura E, Rondina A, Nogueira M. Differences between root traits of early- and late-successional trees influence below-ground competition and seedling establishment. Journal of Tropical Ecology, v. 32, n. 4, p. 300-313, 2016. https://doi.org/10.1017/S0266467416000274

© 2026 Journal of Biotechnology and Biodiversity
ISSN: 2179-4804
DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v14n3.21578