

Incorporação de lodo de esgoto ao substrato de produção de mudas de *Bambusa vulgaris* via estaquia

Incorporation of sewage sludge to the substrate of seedling production of *Bambusa vulgaris* through cuttings

Mariana Monteiro Maia¹ • Anderson Marcos de Souza¹ • José Raimundo Luduvico de Sousa²
 • Jonny Everson Scherwinski-Pereira³ • Rossana Cortelini da Rosa¹ • Alexandro Dias Martins Vasconcelos¹
 • Mario Lima dos Santos¹ • Dione Dambrós Raddatz³

Recibido: 2/6/2020

Aceptado: 4/11/2021

Abstract

The objective of the study was to evaluate the growth of *B. vulgaris* seedlings by incorporating five doses of sewage sludge (0, 10, 30, 50, and 70 %) into the substrate, with three types of propagules. The design used was completely randomized (DIC), with 30 replicates per treatment. At 30 and 90 days, the parameters were measured: height, number of shoots, and the dry mass of the roots and aerial part. The means were compared by the Scott-Knott test. It was found that the incorporation of sewage sludge was not detrimental to the growth and development of the seedlings. Concerning the three types of propagules, the highlight was P1, which was more promising in the seedling production via cuttings. The most indicated sewage sludge dosage is the incorporation of 30 % since it showed higher growth of seedlings. With dry mass, from the aerial part, the highlight was the propagulum P2, followed by P1. Root dry mass values were low in all treatments evaluated, suggesting the need for a longer evaluation time in the development and establishment of bamboo seedlings in a nursery.

Keywords: Vegetative propagating, bamboo, dry mass.

1. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília; Brasília, Brasil; mariana.monteiromaia@gmail.com, ro.cortelini@hotmail.com, alexandrodmv@hotmail.com, mariolimaeng@gmail.com, andersonmarcos@unb.br

2. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Brasil; luduvico23@hotmail.com

3. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa, Brasília, Brasil; jonny.pereira@embrapa.br, dionedambros@hotmail.com

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *B. vulgaris* através da incorporação cinco doses de lodo de esgoto (0, 10, 30, 50 e 70 %) ao substrato, com três tipos de propágulos. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 30 repetições por tratamento. Aos 30 e 90 dias foram mensurados os parâmetros: altura, número de brotos, e a massa seca das raízes e parte aérea. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott. Verificou-se que a incorporação de lodo de esgoto não foi prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das mudas. Em relação aos três tipos de propágulos o destaque foi P1, que se mostrou mais promissor à produção de mudas via estaquia. Para a dosagem de lodo de esgoto mais indicada é a incorporação de 30 %, uma vez que apresentou maior crescimento das mudas. Em relação a massa seca, da parte aérea o destaque foi o propágulo P2, seguido de P1. Já os valores da massa seca de raiz foram baixos em todos os tratamentos avaliados, o que sugere a necessidade de um maior tempo de avaliação no desenvolvimento e estabelecimento das mudas de bambu em viveiro.

Palavras chave: Propagação vegetativa, bambu, massa seca.

Introdução

Os bambus possuem cerca 1400 espécies [1], [2], divididas em 115 gêneros pertencentes à família Poaceae (Gramineae), subfamília Bambusoideae [1]. Em nível mundial, o gênero detém grande importância econômica no setor florestal, devido a diversificação de aplicações, englobando: celulose e produção de papel, biocombustível, construção civil e bioengenharia, extração de amido, fabricação de móveis, alimentação, uso medicinal, artesanato, indústria farmacêutica, energia entre outras [3]–[6].

No Brasil possui cerca de 200 espécies entre nativas e exóticas, constituindo o país com maior ocorrência de bambu no continente Americano. A grande maioria é endêmica, e possui potencial nos diferentes setores e atividades socioeconômicas, todavia, há a necessidade de ampliar o conhecimento técnico-científico com relação à propagação do bambu [7].

Existem lacunas quando se trata de produção de mudas das espécies de bambús nativos via sementes, uma vez que estas possuem uma grande variação nas estratégias reprodutivas, e por sua vez, necessitam de dezenas de anos para o desenvolvimento de suas estruturas florais,

e seu ciclo de vida terminar com a morte da planta após o florescimento, com período vegetativo variando entre 3 a 120 anos [8]. Devido a estas características, existe uma diversidade de métodos de propagação do bambu, especialmente em viveiros, sendo a propagação assexuada a mais utilizada para a multiplicação do bambu [8], [9].

Para obtenção de mudas de qualidade é necessário um substrato com boa fonte orgânica, que retenha umidade e bom fornecimento nutricional, sendo fatores essenciais para o desenvolvimento das mudas na propagação de bambu [10]. Todavia, ainda é necessário desenvolver e aperfeiçoar técnicas relacionadas à confecção de mudas de bambu, visando aumento da produção e da qualidade.

Desta forma, estratégias para reutilização de resíduos são cada dia mais difundidas, na tentativa de controlar os transtornos causados pela crescente produção de resíduos sólidos, e o lodo de esgoto constitui uma excelente fonte de matéria orgânica, podendo, desta forma ser incorporado ao substrato [10]. Na produção de mudas, seja para plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas ou recomposição de florestas, o uso de tecnologias alternativas que reduzam os custos de manejo no viveiro e que possam garantir a qualidade das mudas é de extrema importância.

Pesquisas com o uso do lodo pode beneficiar tanto na produção de mudas florestais quanto na utilização sustentável dos resíduos sólidos, uma vez que trata-se de uma alternativa que atende os princípios do desenvolvimento sustentável, subsidiando fonte alternativa ambientalmente correta e economicamente viável para um problema recorrente e atual nas cidades brasileiras, que é a destinação final dos resíduos produzidos pelas mesmas. Nesse contexto, nosso objetivo foi avaliar o efeito da incorporação de lodo de esgoto no substrato de produção de mudas de *Bambusa vulgaris* var Schrad. ex Wendl propagadas via estaquia.

Material e métodos

Descrição geral do local

O experimento foi desenvolvido no Viveiro do Departamento de Engenharia Florestal, na Fazenda Água Limpa - FAL, localizada nas coordenadas 15°56'S e 47°46'W, com altitude de 1.100 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa (tropical chuvoso, com verões chuvosos e invernos secos) [11], com temperatura média anual entre 15°C e 30°C e umidade relativa do ar de até 15 % [12].



Figura 1. Propágulos de *Bambusa vulgaris* utilizados na produção de mudas por estaquia. (A) Disco do colmo; (B) Gema primária; (C) Estaca.

Figure 1. *Bambusa vulgaris* propagules used in the production of seedlings by cuttings. (A): Culms disc; (B): Primary yolk; (C): Cuttings.

Delineamento e material vegetal

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três tipos de propágulos: P1: disco do colmo contendo 1 (uma) gema não brotada, P2: gema primária brotada obtida da região média e/ou extremidade dos colmos, P3: estaca com 15 cm de comprimento e 5 a 6 cm de diâmetro de gemas secundárias (Figura 1). Cada propágulo foi submetido a cinco dosagens diferentes de lodo de esgoto (0, 10, 30, 50, 70 %) e cada tratamento constituído por 30 repetições, totalizando 450 amostras.

Recipientes e substrato

Os recipientes utilizados foram sacos plásticos de polietileno preto, nas dimensões de 20 cm x 35 cm e espessura de 0,15 mm, preenchidos com substrato composto por solo oriundo de horizonte B, peneirado, misturado com lodo de esgoto, em diferentes quantidades.

O lodo foi obtido junto à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), produzido através de um sistema de tratamento em nível secundário, onde é tratado em digestores que possuem função de estabilizar a matéria orgânica (Tabela 1).

Coleta do material vegetal, recipientes e irrigação

A coleta dos colmos foi realizada em uma touceira de *Bambusa vulgaris* var Schrad. ex Wendl, localizada na entrada principal da Fazenda Água Limpa, abatidos com auxílio de motosserra, e posterior divisão dos três tipos de propágulos (Figura 1). Os recipientes, foram acondicionado em canteiro, a pleno sol, e o plantio dos propágulos foi realizado imediatamente após o beneficiamento dos colmos (corte e separação), evitando a murcha dos propágulos. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia (manhã e tarde).

Avaliações e análise estatística

As avaliações referentes ao crescimento da parte aérea foram realizadas em dois períodos aos 30 e 90 dias após o plantio, onde avaliou-se os parâmetros morfológicos relacionados ao número de brotos (NB) e altura dos brotos (HB). O NB foi obtido a partir da contagem direta, e a HB com auxílio de régua graduada em centímetros. Aos 90 dias, além da dos parâmetros morfológicos da parte aérea, foi avaliado também a massa seca da parte aérea e o sistema radicular. Para a obtenção da massa seca dos brotos raízes (g), realizou-se a pesagem, após a secagem do material em estufa por 72 horas a 65 °C, com auxílio de uma balança eletrônica de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) ($\alpha=0,05$) e, constatada a significância entre as interações dos fatores testados, as médias foram submetidas ao teste de Scott & Knott, utilizando SISVAR Statistical Software v. 5.6 [13].

Tabela 1. Características físicas e químicas do lodo do esgoto utilizado na incorporação do substrato.

Table 1. Physical and chemical characteristics of sewage sludge used in the incorporation of the substrate.

Propriedade Química	Lodo de Esgoto	Propriedade Química	Lodo de Esgoto
CT	20,9%	S	6,70 g.kg ⁻¹
NT	3,0%	B	6,19 mg.kg ⁻¹
NO ³⁻	23,3 mg.kg ⁻¹	Cu	1,32 mg.kg ⁻¹
NH ⁴⁺	461,2 mg.kg ⁻¹	Fe	379 mg.kg ⁻¹
P	35,7 g.kg ⁻¹	Mn	0,76 mg.kg ⁻¹
K ⁺	0,08 g.kg ⁻¹	Zn	4,4 mg.kg ⁻¹
Ca ⁺²	6,6 g.kg ⁻¹	pH	4,8
Mg ⁺²	1,7 g.kg ⁻¹	-	-

Onde: CT: Carbono total; NT: Nitrogênio total; B: Biochar 300 e 500°C.

Where: CT: Total carbon; NT: Total nitrogen; B: Biochar 300 and 500°C.

Tabela 2. Análise de variância do desenvolvimento de mudas de *Bambusa vulgaris*.Table 2. Analysis of variance of the development of *Bambusa vulgaris* seedlings.

FV	GL	Valores dos quadrados médios			
		30 dias		90 dias	
		HB	NB	HB	NB
Propágulos	2	1.233,87**	249,95**	1.266,11**	19,00**
Dosagem	4	31,22**	10,02**	15,82ns	2,46**
Interação	8	55,60**	12,90**	176,04**	3,23**
Média Geral		5,04	2,10	5,03	0,47

Onde: FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; HB: Altura dos brotos; NB: Número de brotos; (**) significativo ao nível 1% de probabilidade; ns não significativo.

Where: FV: Source of variation; GL: Degree of freedom; HB: Height of shoots; NB: Number of shoots; (**) significant at 1% probability level; ns non-significant.

Resultados e discussão

A análise de variância revelou significância na interação nos dois períodos de avaliação do experimento (30 e 90 dias), demonstrando que o tempo de avaliação possui influência sobre as variáveis analisadas (Tabela 2).

A dosagem de lodo de esgoto mais indicada para disco do colmo (P1) aos 30 dias após o plantio foi de 30%, com alturas das mudas superior nesta dosagem quando comparadas com os demais propágulos nos dois períodos (Figura 2A). Para tanto, é importante ressaltar que o disco de colmo (P1) apresentou altura superior em todas as dosagens de lodo de esgoto que os demais propágulos. Já os demais tratamentos não obtiveram resultados favoráveis para a altura 30 dias após o plantio. Nota-se que no P2 (Gema primária), no último período, aos 90 dias, as dosagens de 50 a 70 %, resultou em um aumento significativo na altura das plantas, mas ainda assim, não superior ao P1 que alcançou a maior altura com 30 % de incorporação de lodo de esgoto tratado nos dois períodos.

A relação entre crescimento em altura e porcentagem de incorporação de lodo, também verificada em outros estudos, com uso do lodo de esgoto em substrato para produção de mudas de *Plathymenia reticulata* Benth, do qual os pesquisadores verificaram similarmente que mudas com menores quantidade de lodo apresentaram altura superior que as de maiores concentrações [14]. No entanto, pode-se afirmar que a espécie *Bambusa vulgaris* apresenta comportamento diferenciado quanto à altura das mudas ao verificar o tipo de propágulo e a dosagem de lodo contida no substrato, o que também foram verificados em trabalhos que utilizaram incorporação de lodo de esgoto ao substrato para produção de mudas.

Verificaram um crescimento em altura das mudas conforme aumenta-se da dosagem de incorporação

de lodo segundo os autores [15], estudando *Schinus terebinthifolius*, [16], em *Tectona grandis*, Da Silva et al. [17], na aplicação de lodo de esgoto em cana-de-açúcar, Rodrigues et al. [18] em mudas de mamona e Freitas et al. [19] na aplicação de lodo de esgoto em mudas de diferentes espécies de interesse comercial na área florestal.

Hurtado et al. [20], avaliando o efeito das características das plantas cultivadas in vitro de *Bambusa vulgaris* na fase de aclimatação, contataram que a altura das plantas foi a característica morfológica que mais influenciou em sua sobrevivência, durante a fase de aclimatação. Os pesquisadores verificaram que as maiores plantas apresentaram as maiores porcentagens de sobrevivência, maior altura, número de raízes e número de brotos por planta. Para tanto a presença de raízes não foi diretamente relacionado à resposta de plantas na fase de aclimatação

A dosagem com 10 % de incorporação proporcionou maior número de brotos durante o período de avaliação do experimento nos propágulo disco de colmo (P1), com valores superiores em relação aos demais nos dois períodos (30 e 90 dias). Todavia, aos 90 dias, dosagens acima de 50 % proporcionaram menor número de brotos, resultado considerado não vantajoso para tais dosagens. Para os demais propágulos (gema e estaca), não foi verificada diferença estatística independente da dosagem de incorporação de lodo de esgoto ao substrato (Figura 3).

Nos dois períodos de avaliação, para o propágulo disco de colmo (P1), a testemunha (sem incorporação) apresentou números de brotos inferiores às dosagens entre 10 e 30 % de incorporação, demonstrando que a quantidade de lodo em menores proporções não foi prejudicial no desenvolvimento desta variável, para o propágulo 1.

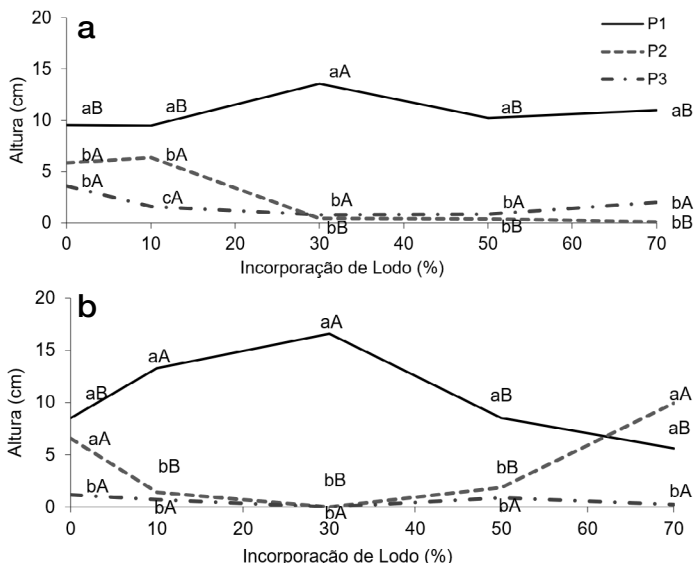


Figura 2. Valores médios da altura de brotos de mudas *Bambusa vulgaris*. (A): 30 dias; (B): 90 dias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott (ao nível de 5% de probabilidade). P1: disco do colmo; P2: Gema primária; P3: Estaca.

Figure 2. Average values of the height of shoots of *Bambusa vulgaris* seedlings. (A): 30 days; (B): 90 days. Means followed by the same letter do not differ statistically from each other by the Scott-Knott test (at the 5% probability level). P1: Culms disc; P2: Primary yolk; P3: Cutting.

Azzini e Salgado [21], estudando *Bambusa vulgaris* por meio de placas de colmo contendo gema primária constataram que este tipo de propágulo foi o mais indicado para o plantio do que de pedaços de colmos com gemas secundárias. Sousa [22], também verificou que os maiores números de brotos foram encontrados no propágulo disco de colmo.

Verifica-se também, que o disco de colmo (P1) possui uma melhor capacidade de sobrevivência em campo para as condições testadas por ser um propágulo mais végeto que os demais, podendo ser atribuído a maior quantidade de nutrientes. Estudo de Mendes et al. [23] destacam que bambus apresentam diferenças nas concentrações de nutrientes na parte aérea, ou seja, a quantidade de nutrientes varia conforme o ambiente, parte da planta, idade, genótipo e entre outros. Ressalta-se ainda, que a permanência de brotos em propágulos favorece o surgimento de raízes aumentando os índices de sobrevivência e estabelecimento das mudas [24].

Observa-se também, que o número de gemas resultou na brotação diversificada entre o tipo propágulo utilizado, e a quantidade de número de nós utilizados nas estacas implica diretamente na brotação dos propágulos, e que pode constituir uma alternativa que garante maior potencial de desenvolvimento das mudas, sendo fundamental na sobrevivência dos propágulos

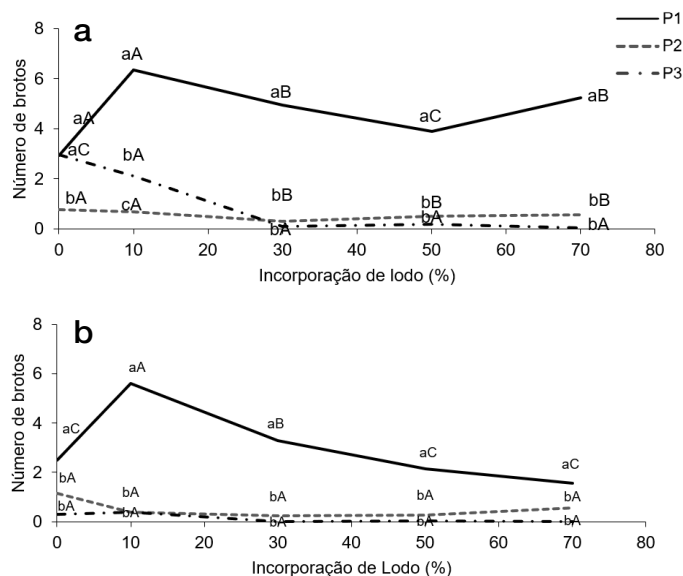


Figura 3. Valores médios do número de brotos de mudas *Bambusa vulgaris*. (A): 30 dias; (B): 90 dias. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. P1: disco do colmo; P2: Gema primária; P3: Estaca.

Figure 3. Average values of the number of shoots of *Bambusa vulgaris* seedlings. (A): 30 days; (B): 90 days. Means followed by the same letter do not differ statistically from each other by the Scott-Knott test (at the 5% probability level). P1: Culms disc; P2: Primary yolk; P3: Cutting.

[24]. A análise de variância do peso seco da parte aérea e raiz, apresentou significância entre a interação dos dois fatores para as duas variáveis (Tabela 3).

Apesar de ser um método destrutivo a matéria seca deve ser considerada, uma vez que é um indicador da rusticidade das mudas [25]–[28]. Os maiores valores médios da massa seca da parte aérea foram obtidos para o propágulo P2 (gema primária) na dosagem de incorporação de 70 % de lodo de esgoto, seguido de P1 (disco de colmo), nas dosagens de incorporação de 10 e 30 (Figura 3).

O propágulo 2 (estaca com gema primária), obteve considerável resultado massa seca da parte aérea com a dose de incorporação de 70 % de lodo, aos 90 dias, fato que pode ser comprovado também quando analisa-se a altura dos brotos demonstrados na figura 1 (B), aos 90 dias, onde obteve maior altura para este propágulo. No geral, os bambus, apresentaram maior vigor da parte aérea, quando comparados ao sistema radicular, uma vez que os propágulos podem conter nutrientes armazenados, ocasionando a permanência dos brotos, e favorecendo o crescimento dos mesmos.

A massa seca da raiz, apresentou valores baixos, nos tratamentos P1 e P2, com exceção da incorporação de lodo a 70 %, o que sugere a necessidade de maior tempo de avaliação no desenvolvimento e estabelecimento

Tabela 3. Análise de variância para massa seca de mudas de *Bambusa vulgaris* sob diferentes doses de incorporação de lodo de esgoto ao substrato.

Table 3. Analysis of variance for dry mass of *Bambusa vulgaris* seedlings under different doses of incorporation of sewage sludge to the substrate.

Valores dos quadrados médios			
FV	GL	Massa seca	
		Parte Aérea	Raiz
Propágulos	2	43,00*	20,51*
Dosagem	4	21,10 ns	3,32*
Interação	8	35,87**	3,56**
Média Geral		1,11	0,41

Onde: FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; (**) Significativo ao nível 1% de probabilidade; (*) Significativo ao nível 5% de probabilidade; ns Não significativo.

Where: FV: Source of variation; GL: Degree of freedom; CV: Coefficient of variation; (**) significant at 1% probability level; (*) significant at 5% probability level; ns non-significant.

das mudas de bambu em viveiro, já que o tratamento P3, não apresentou sistema radicular em nenhuma das repetições (Figura 4).

As raízes do propágulo 2 (gema primária), a 70 % de incorporação, apresentaram maior expansão que as demais dosagens, e também que os demais propágulos, que explica o baixo número de brotos, e que provavelmente causou a redução da parte aérea da planta. Para tanto, mantêm-se como um propágulo de capacidade promissora para a produção de mudas, pois obteve um enraizamento favorável, indicando que nesta dosagem esse tipo de propágulo possui capacidade de sobrevivência, mesmo não tendo número de broto ideal, pois nas estacas, as raízes podem manter a sobrevivência dos mesmos, e posteriormente haver o surgimento dos brotos. A massa seca do sistema radicular é reconhecida como uma característica para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo [16].

De maneira geral, nota-se um baixo índice do sistema radicular para as mudas de *Bambusa vulgaris*, ocasionado devido as alterações de macro e microporosidade causada pela presença de lodo de esgoto ao substrato [29]. Outro fator que também ocasionou o não desenvolvimento das raízes nas mesmas foi a posição dos propágulos e o número de nós, que associado às dosagens de lodo utilizadas pode ter reduzido a capacidade de enraizamento. É comum a variação do enraizamento nas diferentes partes das plantas, onde as partes apicais constituem as regiões de maior capacidade de enraizamento [30].

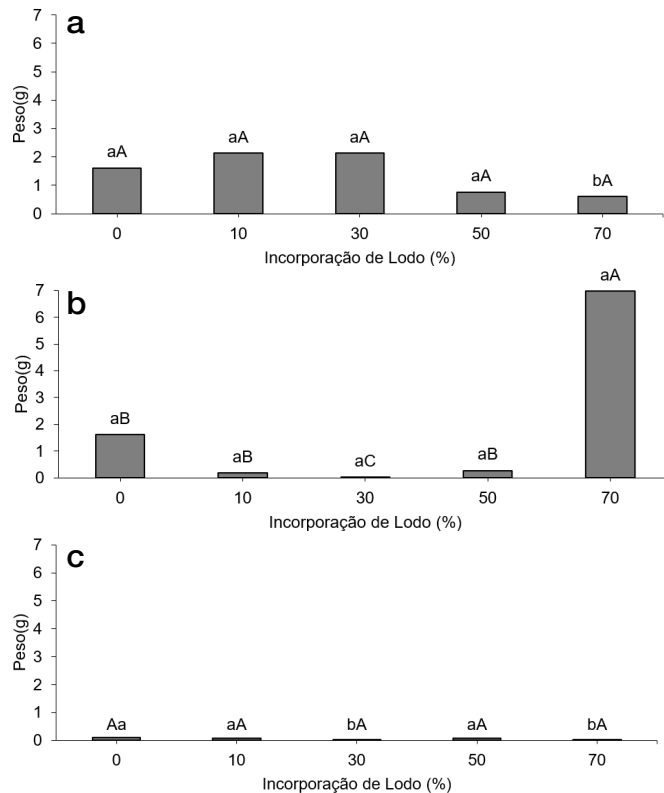


Figura 4. Valores médios da massa seca de parte aérea de *Bambusa vulgaris*. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. (A): Disco do colmo; (B): Gema primária; (C): Estaca.

Figure 4. Average values of the shoot dry mass of *Bambusa vulgaris*. The means followed by the same letter do not differ statistically from each other by the Scott-Knott test at the level of 5% probability. (A): Culms disc; (B): Primary yolk; (C): Cuttings.

O propágulo de estaca de gemas secundárias (P3), não obteve resultados positivos para parte aérea, nem para raiz, onde não se verificou respostas das estacas com as diferentes dosagens de lodo no substrato, não sendo indicado para produção de mudas de *Bambusa vulgaris* por estaquia.

Conclusões

Os três diferentes tipos de propágulos promoveram diferenças no crescimento e desenvolvimento das mudas de *Bambusa vulgaris* por estaquia, sendo os propágulos oriundos a partir disco de colmo contendo uma gema não brotada, os mais promissores à produção de mudas através da estaquia em viveiro. A dosagem de lodo de esgoto mais indicada para disco do colmo (P1) é a de 30 %, uma vez que as mudas se destacaram nesta dosagem quando comparadas com os demais propágulos.

O propágulo 2 (gema primária), a 70 % de incorporação de lodo, também é indicado como um propágulo de capacidade promissora para a produção de mudas, indicando que nesta dosagem esse tipo de propágulo possui capacidade de sobrevivência. Outro fator que pode se observar é que a incorporação de lodo de esgoto não foi prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das mudas, sendo a dosagem de 30 % a mais recomendada para plantio de bambus.

Para os valores da massa seca de raiz, os valores obtidos foram considerados baixos em todos os tratamentos avaliados, deste modo sugere-se em futuros experimentos de propagação vegetativa com bambús, a aplicação de um maior tempo de avaliação para que haja o desenvolvimento e estabelecimento das mudas em viveiro.

Agradecimientos

Agradecemos o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- [1] S. A. Kelchner and B. P. Group, "Molecular Phylogenetics and Evolution Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae : Bambusoideae) based on five plastid markers," *Mol. Phylogenet. Evol.*, vol. 67, pp. 404–413, 2013.
- [2] X. Lin, L. Huang, and W. Fang, "Bamboo Regeneration via Embryogenesis and Organogenesis," in *Embryogenesis*, Shanghai: InTech, 2012, pp. 359–372.
- [3] K. Zhang, H. Li, L. P. Xiao, B. Wang, R. C. Sun, and G. Song, "Sequential utilization of bamboo biomass through reductive catalytic fractionation of lignin," *Bioresour. Technol.*, vol. 285, pp. 1–7, 2019.
- [4] S. H. Park, N. J. Wistara, F. Febrianto, and M. Lee, "Evaluation of Sembilang Bamboo (*Dendrocalamus giganteus*) Charcoal for Potential Utilization," *BioResources*, vol. 15, no. 1, pp. 6–19, 2020.
- [5] S. R. Singh, R. Singh, S. Kalia, S. Dalal, A. K. Dhawan, and R. K. Kalia, "Limitations, progress and prospects of application of biotechnological tools in improvement of bamboo—a plant with extraordinary qualities," *Physiol. Mol. Biol. Plants*, vol. 19, no. 1, pp. 21–41, 2013.
- [6] Y. H. Komatsu, K. D. Batagin-Piotto, G. E. Brondani, A. N. Gonçalves, and M. de Almeida, "In vitro morphogenic response of leaf sheath of *Phyllostachys bambusoides*," *J. For. Res.*, vol. 22, no. 2, pp. 209–215, 2011.
- [7] T. S. Filgueiras and P. L. Viana, *Bambus no Brasil*. 2017.
- [8] D. Liebsch and M. Reginato, "Florescimento e frutificação de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky (taquara-lixá) no estado do Paraná," *Iheringia - Ser. Bot.*, vol. 64, no. 1, pp. 53–56, 2009.
- [9] M. S. Islam, M. K. Bhuiyan, M. M. Hossain, and M. A. Hossain, "Clonal propagation of *Bambusa vulgaris* by leafy branch cuttings," *J. For. Res.*, vol. 22, no. 3, pp. 387–392, 2011.
- [10] P. A. Trazzi, M. V. W. Caldeira, R. Colombi, and E. O. Gonçalves, "Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos," *Floresta*, vol. 42, no. 3, pp. 621–630, 2012.
- [11] C. A. Alvares, J. L. Stape, P. C. Sentelhas, J. L. De Moraes Gonçalves, and G. Sparovek, "Köppen's climate classification map for Brazil," *Meteorol. Zeitschrift*, vol. 22, no. 6, pp. 711–728, 2013.
- [12] C. B. R. Munhoz and J. M. Felfili, "Phenology of the herbaceous layer in a campo sujo community in the fazenda Água limpa, federal district, Brazil," *Acta Bot. Brasilica*, vol. 19, no. 4, pp. 979–988, 2005.
- [13] D. F. Ferreira, "Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons," *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 38, no. 2, pp. 109–112, 2014.
- [14] D. P. Siqueira, D. G. Barroso, G. C. M. W. De Carvalho, R. M. Erthal, M. C. C. Rodrigues, and C. R. Marciano, "Sewage sludge treated in the substrate composition for plathymenia reticulata benth seedling production," *Cienc. Florest.*, vol. 29, no. 2, pp. 728–739, 2019.
- [15] R. S. A. Nóbrega, R. C. Vilas Boas, J. C. A. Nóbrega, and F. M. de Paula, Alessandra Monteiro de Souza, "Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi)," *Árvore*, vol. 31, no. 2, pp. 239–246, 2007.
- [16] D. R. Gomes, M. V. W. Caldeira, W. M. Delarmelina, E. de O. Gonçalves, and P. A. Trazzi, "Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L.," *Cerne*, vol. 19, no. 1, pp. 123–131, 2013.
- [17] F. C. da Silva, A. E. Boaretto, R. S. Berton, H. B. Zotelli, C. A. Peixe, and E. M. Bernardes, "Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar," *Pesqui. Agropecu. Bras.*, vol. 36, no. 5, pp. 831–840, 2001.
- [18] L. N. Rodrigues, A. R. Nery, P. D. Fernandes, N. E. D. M. Beltrão, and H. R. Gheyi, "Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica," *Rev. Bras. Eng. agrícola e Ambient.*, vol. 13, pp. 825–835, 2009.
- [19] D. A. Freitas, A. C. Alvarenga, and A. F. S. Durães, "Adição de lodo de esgoto ao substrato comercial para produção de mudas de espécies florestais," *Brazilian J. Anim. Environ. Res.*, vol. 2, no. 5, pp. 1760–1766, 2019.
- [20] O. Hurtado, M. Freire-Seijo, M. Leiva-Mora, and Y. García-Ramírez, "Influencia de las características de las plantas cultivadas in vitro de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* Schrad. ex Wendl en su aclimatización | Hurtado | Biotecnología

- Vegetal,” *Biotechnol. Veg.*, vol. 11, no. 3, pp. 155–161, 2011.
- [21] A. Azzini and A. L. de B. Salgado, “Enraizamento de propágulos de bambu em diferentes substratos,” *Bragantia*, vol. 52, no. 2, pp. 113–118, 1993.
- [22] José Raimundo Luduvico de Sousa, “Propagação de bambu em viveiro em diferentes substratos, doses de hidrogel e variabilidade genética de uma coleção ex-situ,” Tese (Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais) Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2018.
- [23] S. de C. Mendes, S. G. Molica, R. L. C. Ferreira, and e. G. H. G. Céspedes, “Absorção E Distribuição De Nutrientes Em Plantios Comerciais De Bambu (*Bambusa vulgaris*) No Nordeste Do Brasil,” *Rev. Arvore*, vol. 34, no. 6, pp. 991–999, Nov. 2010.
- [24] Karina F. da Fonseca, “Produção de mudas de bambu *Guadua angustifolia* Kunth, (Poaceae) por propagação vegetativa,” Mestrado (Curso de Pós-graduação em Agronomia) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, 2007.
- [25] M. V. W. Caldeira, G. N. da Rosa, T. A. B. Fenilli, and R. M. P. Harbs, “Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha,” *Sci. Agrar.*, vol. 9, no. 1, p. 027, Jan. 2008.
- [26] M. V. W. Caldeira, M. V. Schumacher, L. R. Barichello, H. L. M. Vogel, and L. da S. Oliveira, “Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto,” *Floresta*, vol. 28, no. 1/2, pp. 19–30, Dec. 1998.
- [27] J. M. Gomes, L. Couto, H. G. Leite, A. Xavier, and S. L. R. Garcia, “Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*,” *Rev. Árvore*, vol. 26, no. 6, pp. 655–664, Nov. 2002.
- [28] R. de M. Prado and W. Natale, “Efeito da aplicação de silicato de cálcio no crescimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro,” *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambient.*, vol. 9, no. 2, pp. 185–190, Jun. 2005.
- [29] P. A. Trazzi, M. V. W. Caldeira, and R. Colombi, “Avaliação de Mudas de *Tecoma stans* utilizando bio sólido e resíduo orgânico,” *Revista de Agricultura*, vol. 85, no. 3, pp. 218–226, 2010.
- [30] E. R. Moreira, M. K. P. Aparecida Conceição Boliani, D. M. A. dos Santos, F. A. de C. M. Nasser, and E. F. Junior, “Épocas, tipos de estaca e substratos na propagação de pinhão manso,” *Cult. Agronômica*, vol. 26, no. 3, pp. 347–361, 2017.