

Evaluation of the morphological parameters of native species of the Atlantic Forest in biodegradable tubes**Avaliação dos parâmetros morfológicos de espécies nativas da Mata Atlântica em tubetes biodegradáveis**¹Cristiano Cunha COSTA, ²Luís Eduardo ALMEIDA, ³Vinícius Resende de CASTRO¹Universidade Federal de Viçosa. E-mail: cristianocunha1982@hotmail.com; ²Universidade Federal de Sergipe, E-mail: lealmeida2009@hotmail.com; ³Universidade Federal de Viçosa, E-mail: vinicius.castro@ufv.brE-mail do autor correspondente: cristianocunha1982@hotmail.com

Recebido em outubro e aceito em dezembro.

Resumo - Alguns estudos relatam que propostas de tubetes biodegradáveis não suportavam as condições ambientais nos viveiros ou não favoreciam condições necessárias ao crescimento das mudas, implicando nos parâmetros morfológicos necessários a atingir a qualidade padrão de ir à campo. Objetivou-se com esse estudo avaliar os parâmetros morfológicos de mudas nativas da Mata Atlântica em tubetes biodegradáveis em viveiro florestal. Foram injetados tubetes biodegradáveis de polietileno de alta densidade, oxibiodegradante orgânico e micropartículas de casca de arroz. Durante 6 meses os tubetes foram utilizados para a produção de mudas nativas. Após este período, foram analisados: altura (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) e índice de Robustez (IR). Observou-se que as mudas de aroeira e tamboril não apresentaram diferença estatística para as variáveis estudadas. As mudas de genipapo apresentaram diferença estatística para massa seca da parte aérea e massa seca da raiz entre os tipos de tubetes. Portanto, os tubetes biodegradáveis podem ser utilizados para a produção de mudas em viveiro florestal, pois não influenciaram nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas.

Palavras-chave: Viveiro florestal. Oxibiodegradante orgânico. Mudas nativas.

Abstract - Some studies report that proposals for biodegradable tubes did not support the environmental conditions in the nurseries or did not favor conditions necessary for the growth of seedlings, implying the morphological parameters necessary to reach the standard quality of going to the field. The objective of this study was to evaluate the morphological parameters of native seedlings from the Atlantic Forest in biodegradable tubes in a forest nursery. Biodegradable tubes of high density polyethylene, organic oxy-biodegradable and rice husk microparticles were injected. For 6 months the tubes were used to produce native seedlings. After this period, height (H), neck diameter (DC), dry shoot weight (MSPA), dry root weight (MSR), Dickson's quality index (IQD) and Robustness index (IR) were analyzed. It was observed that the aroeira and monkfish seedlings did not show statistical difference for the

studied variables. The genipapo seedlings showed a statistical difference for shoot dry matter and root dry matter between the types of tubes. Therefore, biodegradable tubes can be used to produce seedlings in a forest nursery, as they did not influence the growth and development parameters of seedlings of native forest species.

Keywords: Forest nursery. Organic oxybiodegradant. Native seedlings.

Introdução

A produção de mudas nativas é importante quanto a estratégia de recuperação, regeneração ou reflorestamentos florestais, devendo as mesmas serem de boa qualidade, implicando em maiores taxas de crescimento e sobrevivência em campo após plantio e diminuindo gastos com tratamentos culturais e replantio (MARINHO *et al.*, 2017; RODRIGUES *et al.*, 2020).

A altura da parte aérea (H) é uma das características mais importantes para avaliar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais, correlacionando-se positivamente com o crescimento no campo (PAIVA *et al.*, 2019). Essa característica morfológica é uma das mais utilizadas, por ser de fácil observação nos viveiros e não precisar destruir as mudas (SANTANA *et al.*, 2019).

Entretanto, a utilização dessa característica para comparar a qualidade das mudas é recomendada por Rodrigues *et al.* (2020) somente quando as mudas forem da mesma espécie e quando as técnicas de produção e as condições ambientais forem semelhantes.

O diâmetro do coleto (DC), também, possui fácil mensuração e não é um método destrutivo. Apenas o diâmetro do coleto ou sua combinação com a altura representa uma das melhores características para avaliar o padrão de qualidade de mudas (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018).

Além disso, o diâmetro do colo chega a explicar 70 a 80 % das diferenças que existem no peso de matéria seca das mudas (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018). O valor do diâmetro do coletor é uma variável dependente da ecologia de cada espécie florestal como reportados em alguns trabalhos como os de Marinho *et al.* (2017) e Paiva *et al.* (2019). Assim, segundo Paiva *et al.* (2019), não existe um valor que define o padrão de qualidade de mudas, pois isto depende da espécie, do local, dos métodos e das técnicas de produção.

A relação H/DC representa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, pois é através da relação destas variáveis que se obtém o Índice de Robustez (IR), e quanto menor o seu valor, melhor é a qualidade da muda e maior a capacidade de sobrevivência e estabelecimento após o plantio (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018).

A produção de biomassa é uma das melhores características para avaliar a qualidade das mudas, apesar de destrutiva, pois reflete a fotossíntese líquida da planta. A produção de raízes, também, tem grande influência na sobrevivência e no crescimento inicial das mudas no campo, sendo que quanto mais abundante for o sistema radicular, maior a sobrevivência (GOMES *et al.*, 2019).

Uma variável interessante de ser observada é a relação de massa seca da parte aérea como a massa seca da raiz. Segundo Ferraz e Engel (2011), tal parâmetro permite averiguar a estabilidade de mudas florestais, onde valores muito reduzidos podem comprometer o estabelecimento da muda no campo, ocorrendo ocasionalmente o tombamento por apresentar sistema radicular pouco desenvolvido e parte aérea proeminente.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é considerado um dos índices mais completos para avaliação da qualidade de mudas florestais, pois inclui em seu cálculo as relações entre os parâmetros morfológicos altura, diâmetro, peso da matéria seca aérea e peso da matéria seca radicular, além da biomassa total (ABREU *et al.*, 2019). No entendimento de José *et al.* (2009), quanto maior seu valor, maior é o grau de qualidade da muda, dentro daquele lote.

Para Vieira *et al.* (2019), o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) representa um bom informativo no que diz respeito à qualidade das mudas, visto que em seu cálculo se leva em conta a robustez e, também, o equilíbrio na distribuição da biomassa nas mudas, ponderando os resultados das importantes variáveis empregadas para a avaliação da qualidade.

No que se refere ao setor florestal, os tubetes utilizados na produção de mudas florestais são de polietileno ou polipropileno, produzidos com derivados do petróleo, tornando-se um grave problema ambiental, pois são oriundos de uma fonte não renovável e geram resíduos de descarte (MOREIRA *et al.*, 2010). Dessa maneira, a preocupação ambiental está no descarte e no longo tempo de degradação dos polímeros convencionais.

Por conta disso, alguns pesquisadores tentaram desenvolver tubetes biodegradáveis com algum tipo de matriz lignocelulósica, como, por exemplo, bagaço da cana-de-açúcar (DIAS, 2011), papel reciclado (CARDOSO *et al.*, 2012), amido (CARASCHI; LEÃO, 1999), pó de madeira (CARASCHI; LEÃO, 2000; ARTHUR JÚNIOR, 2011; CASARIN *et al.*, 2017; ANDERSON *et al.*, 2013), dentre outros.

Apesar de existir alguns trabalhos relatando a relação das características morfológicas com o crescimento das mudas em viveiro florestal (OLIVEIRA; FIORINE, 2006; BRANT *et al.*, 2011; FERRAZ *et al.*, 2015; GUERRA *et al.*, 2017), não se teve nenhuma pesquisa conclusiva, pois os tubetes biodegradáveis não suportavam as condições ambientais nos viveiros ou não favoreciam condições necessárias ao crescimento das mudas, implicando nos parâmetros morfológicos necessários a atingir a qualidade padrão de ir à campo. Nesse sentido, experiências concluem que essas características adquiridas em viveiro são importantes para o sucesso do desempenho das mudas em situações de campo (NOVAES *et al.*, 2014).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros morfológicos de mudas nativas da Mata Atlântica em tubetes biodegradáveis de polietileno com casca de arroz e oxibiodegradante orgânico em viveiro florestal.

Material e métodos

Produção dos tubetes biodegradáveis

Os tubetes biodegradáveis foram produzidos com polietileno de alta densidade (PEAD) de código JV060U fornecido pela Braskem, oxibiodegradante orgânico EG15 (EG), fornecido pela TIV Plásticos e micropartículas de casca de arroz fornecida pela cerealista.

Os materiais foram processados em extrusora co-rotacional da marca Imacon, modelo DRC 30:40 IF, com diâmetro de 30 mm e L/D = 40 e, em seguida, os tubetes biodegradáveis e de PEAD foram moldados em uma injetora da marca Haitian, modelo MA 1600, com as seguintes características: diâmetro (D) de 63mm, altura (H) com 130mm e com a quantidade de 08 estrias internas (Figura 1).



Figura 1. Tubetes biodegradável e de Polietileno de Alta Densidade(PEAD) utilizados no experimento.

Escolha das espécies

A escolha das espécies (Tabela 1) se deu por meio das potencialidades para a recuperação de áreas degradadas, levando-se em consideração as características ecológicas, econômicas, sociais e silviculturais de cada espécie florestal.

Tabela 1. Espécies selecionadas para o estudo da viabilidade dos tubetes biodegradáveis em viveiro florestal.

Nome vulgar	Nome científico	Família	CS
Aroeira vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	<i>Anacardiaceae</i>	P
Genipapo	<i>Genipa americana</i>	<i>Rubiaceae</i>	S
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	<i>Fabaceae</i>	CL

Classificação sucessional: P – Pioneira; CL – Clímax; S – Secundária.

A classificação sucessional está relacionada ao tempo de permanência em viveiro das mudas das espécies selecionadas. Para Scheer *et al.* (2017), o tempo médio para a produção de mudas florestais nativas é de 60 a 180 dias, aproximadamente.

Produção de mudas

O experimento foi montado no viveiro florestal do Departamento de Ciências Florestais do Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe, município de São Cristóvão – SE (10°55'32"S e 37°06'08" W).

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AS', ou seja, período chuvoso ocorre entre os meses de abril e agosto, sendo a temperatura média oscila entre 26 e 30 °C, a umidade relativa do ar média é elevada (75% a 87%) e a precipitação média anual de 1.450 mm (BRASIL, 1972b).

O experimento foi realizado em Delineamento em Blocos Inteiramente Casualizados (DBC), composto por 2 tratamentos, com 3 repetições de 10 mudas, totalizando 30 indivíduos florestais por tratamento.

A semeadura foi feita em canteiro de areia, em estufa sombreada (sombrite 50%) e irrigado 3 vezes ao dia. Quando as mudas atingiram de 5 a 10cm de altura, foi realizado o transplante para os tubetes (biodegradável e PEAD), permanecendo no telado de 15 a 20 dias e, em seguida, foram levadas em pleno sol para aclimatação.

Como substrato, utilizou-se o Plantemax, terra preta e areia, na proporção 3:1:1. Uma adubação inicial foi realizada com 750g de superfosfato simples + 125g de cloreto de potássio + 75g de FTE-BR12 para cada m³ de substrato, e a de cobertura foi iniciada a partir de 30 dias após a emergência, utilizando-se 60 g de cloreto de potássio + 25 g de sulfato de amônio diluído em 10 L de água.

A permanência em viveiro correspondeu ao período de 6 meses de uso dos tubetes, pois é o tempo médio de crescimento em que as mudas pudessem obter parâmetros de qualidade de desenvolvimento (altura, formação do sistema radicular, diâmetro do colo e condições nutricionais) considerados ideais para, então, ser levada à campo para plantio.

Avaliação da qualidade das mudas

As avaliações ocorreram quando as mudas apresentaram ao menos um dos atributos de qualidade adequados para plantio em campo, sendo a altura mínima de 22 cm e diâmetro de colo mínimo de 3 mm, conforme sugerido por Fonseca *et al.* (2002). Os parâmetros analisados foram: altura (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) e índice de Robustez (IR).

A altura de parte aérea (cm) foi medida com régua graduada do colo da planta até o meristema apical. O diâmetro do colo da muda foi tomado com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm. Para quantificação da matéria seca, o sistema radicular foi separado da parte aérea e ambos foram secos em estufa de circulação forçada a 60°C, até atingir peso constante, logo depois, pesadas em balança analítica com precisão de 0,01 g. Com base nos parâmetros morfológicos avaliados, foram calculados o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON *et al.*, 1960) e o Índice de Robustez (IR) (MELO *et al.*, 2018), a partir das equações abaixo:

$$IQD = \frac{MST}{H/DC + MSPA/MSR} \quad (1)$$

$$IR = \frac{H}{DC} \quad (2)$$

Onde: MST = Massa Seca Total (MSPA+MSR) (g);

MSPA = Massa Seca da Parte Área (g);

MSR = Massa Seca da Raiz (g);

H = Altura (cm);

DC = Diâmetro do Colo (mm).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste T de Student, com intervalo de confiança de 95%, para verificar se há diferença significativa entre as médias. Para isso, usou-se o software SPSS statistics, versão 20.

Resultados e discussão

Espécie Aroeira

Observa-se que as mudas das espécies florestais de aroeira não apresentaram diferença estatística para a MSPA e MSR em relação aos tipos de tubetes estudados. Os tubetes biodegradáveis e os de polietileno puro não influenciaram no crescimento e desenvolvimento das mudas florestais no sentido de não influenciar na manutenção da umidade e na demanda de nutrientes para o crescimento inicial do sistema radicular e da parte aérea (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros morfológicos das mudas de aroeira em viveiro florestal.

Tubete	H	DC	IR	MSPA	MSR	MSPA/ MSR	IQD
PEAD	20,5±1,9a	3,3±0,3a	6,21±1,1a	12,9±1,5a	9,4±0,6a	1,3±0,6a	2,9±0,9a
BIODEG.	20,7±2,0a	3,6±0,3a	5,75±1,1a	13,0±1,1a	10,1±0,8a	1,3±0,5a	3,3±0,8a

H – Altura; DC – Diâmetro do Colo; IR – Índice de Rusticidade; MSPA – Massa Seca da Parte Aérea; MSR – Massa Seca da Raíz, IQD – Índice de Qualidade de Dickson.

José *et al.* (2009) concluíram que mudas de aroeira, para ser considerada de qualidade para campo, devem ter no mínimo 3,0 mm de diâmetro e para Oliveira *et al.* (2016), a altura deve estar entre 20 e 30cm. Assim, as mudas de aroeira atingiram os padrões morfológicos considerados de qualidade para serem levados à campo de reflorestamento/recuperação florestal independente do tipo de tubete utilizado.

As mudas de aroeira apresentaram valores do índice de rusticidade de 6,21 e 5,75 para os tubetes de polietileno e tubetes biodegradáveis, respectivamente, não apresentando diferença estatística entre si.

Birchler *et al.* (1998) recomendam que mudas de qualidade devam apresentar valores de relação H/D inferiores a 10. Neste contexto, acredita-se que para ambas as espécies, as mudas produzidas nos diferentes tratamentos obtiveram valores satisfatórios de relação H/D, visto que as mesmas apresentaram valores abaixo de 10.

Para a relação da Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e a Massa Seca Radicular (MSR), pode-se notar que foi encontrado o mesmo valor para os tratamentos, não apresentando diferença pela análise estatística. Os resultados encontrados corroboram com os obtidos por José *et al.* (2009) e Abreu *et al.* (2017) para mudas de aroeira.

Tal fato pode ser explicado pelo fato de que os tubetes propiciaram uma condição adequada do substrato, permitindo maior aeração do solo e manutenção da umidade, permitindo condições favoráveis para que as mudas de aroeira absorvessem os nutrientes do solo e a umidade, fazendo-se da particularidade ecológica da espécie em crescer de forma rápida.

No entendimento de Abreu *et al.* (2017), o bom desenvolvimento das mudas de aroeira ocorreu devido a interação entre as condições propícias criadas pelos tubetes e a ecologia da espécie.

Espécie Tamboril

Nota-se na tabela 3, que há diferença significativa entre os tubetes para os parâmetros de altura e diâmetro das mudas de tamboril durante o período de permanência em viveiro florestal. Houve um maior crescimento para as variáveis nas mudas que foram transplantadas nos tubetes biodegradáveis.

Tabela 3. Parâmetros morfológicos das mudas de tamboril em viveiro florestal.

Tubete	H	DC	IR	MSPA	MSR	MSPA/MSR	IQD
PEAD	28,7±1,2a	3,6±0,3a	7,9±0,5a	17,3±1,5a	14,0±1,1a	1,2±0,3a	3,4±1,3a
BIODEG.	36,2±0,8b	4,8±0,3b	7,5±0,3a	25,2±0,8a	19,4±1,0a	1,3±0,4a	5,0±0,9a

H – Altura; DC – Diâmetro do Colo; IR – Índice de Rusticidade; MSPA – Massa Seca da Parte Aérea; MSR – Massa Seca da Raíz, IQD – Índice de Qualidade de Dickson.

O maior crescimento em altura e diâmetro das mudas de tamboril nos tubetes biodegradáveis durante a permanência em viveiro, pode ser explicada pela presença do material orgânico presente na composição do tubete. A presença das micropartículas de casca de arroz favorece a manutenção da umidade, auxiliando o sistema radicular da espécie na absorção e assimilação dos nutrientes que estão no solo e, conseqüentemente, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea.

Tal resultado diverge com alguns estudos na literatura. Ferraz *et al.* (2015), Antoniazzi *et al.* (2013) e Santana *et al.* (2019) observaram que mudas de espécies nativas não tiveram resultados satisfatórios em tubetes biodegradáveis, pois as mudas apresentaram valores inferiores ao esperando nos estudos.

O índice de rusticidade para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* foi de 7,9 e 7,5 para o tubete de PEAD e o tubete biodegradável, respectivamente, não havendo diferença na análise estatística entre os tratamentos.

Os resultados encontrados estão de acordo com estudos realizados por Cargnelutti Filho *et al.* (2018). Em estudo sobre o dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de plantas de *Enterolobium contortisiliquum*, os autores observaram que a melhor relação altura e diâmetro das mudas foi aos 2 meses de viveiro em tubete de 180cm³.

A relação de fitomassa da parte aérea com o sistema radicular apresentou o valor de 1,2 e 1,3 para os tubetes de PEAD e biodegradável, respectivamente, não tendo diferença estatística entre os tratamentos. Assim, os resultados encontrados estão de acordo com Birchler *et al.* (1998), pois os autores afirma que o balanço entre parte aérea/sistema radicular deve ser menor que 2,0.

O sistema radicular, para Gomes e Freire (2019), deve ter um tamanho suficiente para permitir o suprimento adequado de água para a parte aérea. Plantas que desenvolvem maior sistema radicular durante sua permanência em viveiro, em determinada condição, apresentam maior probabilidade de sobrevivência após plantio em campo, uma vez que o maior investimento em biomassa radicular garante uma melhor aclimatação das plantas em campo do que aqueles com sistemas radiculares reduzidos (MEIRELES *et al.*, 2020).

O IQD não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, porém apresenta valores dentro do recomendado pela literatura para espécies nativas. Hunt (1990) e Birchler *et al.* (1998) recomendam que o índice de qualidade de Dickson para espécies florestais em viveiro deve ser menor que 10 e maior que 0,2, respectivamente, para que a muda apresente alta qualidade, ou seja alta taxa de crescimento e sobrevivência após o plantio.

Espécie Genipapo

Verifica-se que os parâmetros de altura, diâmetro do colo e índice de rusticidade não apresentaram diferença estatística entre os tipos de tubetes utilizados na produção das mudas de genipapo em viveiro florestal (tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros morfológicos das mudas de genipapo em viveiro florestal.

Tubete	H	DC	IR	MSPA	MSR	MSPA/MSR	IQR
PEAD	7,5 \pm 1,4a	2,4 \pm 0,2a	3,1 \pm 0,8a	7,6 \pm 1,1a	6,5 \pm 0,5a	1,1 \pm 0,6a	3,3 \pm 1,1a
BIODEG.	8,4 \pm 1,3a	2,7 \pm 0,2a	3,1 \pm 0,6a	9,8 \pm 0,9b	8,2 \pm 0,3b	1,2 \pm 0,4a	4,2 \pm 0,7a

H – Altura; DC – Diâmetro do Colo; IR – Índice de Rusticidade; MSPA – Massa Seca da Parte Aérea; MSR – Massa Seca da Raiz, IQD – Índice de Qualidade de Dickson.

Segundo Nogueira *et al.* (2015), o crescimento vertical (altura) e horizontal (diâmetro) dos vegetais e a ausência deles pode resultar em alta mortalidade de indivíduos por déficit nutricional.

Paiva *et al.* (2019), em estudo sobre o crescimento e sobrevivência de *Genipa americana*, relatam que as mudas tiveram um incremento média anual de 10,2cm de altura e 3,1mm de diâmetro

Por outro lado, as mudas de genipapo apresentaram diferença estatística quando foram avaliadas a MSPA e a MSR. Os tubetes biodegradáveis tiveram melhor resultado para esses parâmetros, porém a relação entre essas variáveis (MSPA/MSR) não apresentou diferença estatística pelo teste T de student.

Nota-se que entre os tratamentos que o resultado para a massa seca da parte aérea foi superior a massa seca da raiz. No entendimento de Gomes *et al.* (2019), essa relação deve ser observada já que, a parte superior das mudas não deve ser expressivamente superior à área radicular, dificultando a absorção e transferência de água para a parte aérea, principalmente, em condições de campo, momento em que há maior exigência hídrica para pleno estabelecimento inicial do plantio.

A produção de biomassa seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros morfológicos para se avaliar a qualidade de mudas. Muitos viveiros, não acreditam ser viável a sua determinação, principalmente por envolver o método da destruição completa da muda e a utilização de estufas (ALVES; FREIRE, 2017).

O IQD para as mudas de genipapo não diferem estatisticamente entre os tratamentos, mas indicam que as mudas apresentam um padrão de qualidade em viveiro segundo Birchler *et al.* (1998), pois o IQD é abaixo de 10.

Resultados similares de IQD foram encontrados em estudos sobre o crescimento de mudas de espécies nativas realizados por Aguiar *et al.* (2011) e Alves e Freire (2017), por exemplo.

Conclusões

Conclui-se que as mudas de espécies florestais de aroeira não apresentaram diferença estatística entre os tipos de tubetes para todos os parâmetros de crescimento estudados; as mudas de tamboril apresentaram diferença estatística para a altura e diâmetro, sendo que os

tubetes biodegradáveis tiveram os melhores resultados e para a espécie genipapo houve diferença estatística somente para a MSPA e MSR. Assim, praticamente, as mudas tiveram os mesmos resultados tanto para os tubetes de polietileno puro quanto para os tubetes biodegradáveis.

Além disso, os tubetes biodegradáveis mantiveram sua integridade física durante toda a permanência em viveiro florestal, mesmo submetido ao manuseio e às condições ambientais de temperatura, umidade e radiação solar.

Portanto, tais tubetes biodegradáveis podem ser utilizados para a produção de mudas em viveiro florestal, pois não influenciaram negativamente nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas, permitindo o crescimento até que as mudas atingissem os parâmetros necessários para ir a campo.

Conflito de interesses

Os autores deste manuscrito não declararam conflitos de interesse.

Referências

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S.S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F. A. S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Revista Floresta**, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Ceres**, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.
- ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 13, n. 3, p. 195-202, 2017.
- ANDERSON, S.; ZHANG, J.; WOLCOTT, M. P. Effect of interfacial modifiers on mechanical and physical properties of the PHB composite with high wood flour content. **J. Polym Environ**, v. 21, n. 1, p. 631-639, 2013.
- ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M.; SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 3, p. 313-317 2013.
- ARTHUR JÚNIOR, J. C. Uso de tubete e minitubete de compósito de polihidroxibutirato mais pó de madeira na produção e plantio de mudas seminais e clonais de eucalipto. **Tese de Doutorado**. ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 2011.
- BIRCHLER, T.; ROSE, R. W., ROYO, R.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, v. 7, n. 1, p. 109-121, 1998.
- BRANT, A. J. C.; NAIME, N.; LUGÃO, A. B. Tubetes biodegradáveis fabricados a partir de compósitos de Biopolímero e bagaço de cana-de-açúcar. In: **12º Congresso Brasileiro de Polímeros**, 2011.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, 1972. Levantamento exploratório, reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. **Boletim Técnico**, 15. Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/SUDENE.
- CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L. Propriedades mecânicas dos compósitos de polihidroxibutirato/amido. In: **Congresso Brasileiro de Polímeros**, v. 5, n. 1, p. 01-02, 1999.
- CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L. Wood flour/polyhydroxybutirate composites. In: **International Symposium on Natural Polymers and Composites**, v. 3, n. 1, p. 426-430, 2000.
- CARDOSO, M. T.; CARNEIRO, A. C. O.; OLIVEIRA, R. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; PATRÍCIO JÚNIOR, W.; MARTINS, M. C.; SANTOS, R. C.; SILVA, J. C. Propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados utilizados para fabricação de tubetes. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 403-411, 2012.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de Plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2018.
- CASARIN, S. S.; RODRIGUES, C. P.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; ROSÁRIO, F.; AGNELI, J. A. M. Biodegradation in Soil of the PHB/Wood Flour (80/20) and PHB/Sisal Fiber (80/20) Tubes. **Materials research**, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2017.
- DIAS, B. A. S. Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de Paratecoma peroba (Record & Mell) Kuhl. 2011. **Tese (Doutorado)**. Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) SANDL.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENNAN). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.
- FERRAZ, A. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.
- GOMES, A. D. V.; FREIRE, A. L. O. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função do substrato e sombreamento. **Scientia Plena**, v. 15, n. 11, p. 1-9, 2019.
- GOMES, S. H. M., GONÇALVES, F. B., FERREIRA, R. A., PEREIRA, F. R. M., RIBEIRO, M. M. J. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, v. 15, n. 1, p. 11-17, 2019.
- GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). **Agrarian**, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009.
- MARINHO, P. H. A.; SOUZA, R. M.; GIONGO, M.; VIOLA, M. R.; SOUZA, P. B. Influence of different substrates on seedling production in the flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf. **Revista Agroambiente**, v. 11, n. 1, p. 40-46, 2017.
- MEIRELES, F.; CÉSPEDES, G.; EGEE-ELSAN, J.; SPICHIGER, R. Estudios fitosociológicos en el Gran Chaco: estructura, composición florística y variabilidad del bosque

- de *Schinopsis balansae* en el chaco húmedo boreal, Paraguay. **Bonpladia**, v. 29, n. 1, p. 39-56, 2020.
- MOREIRA, E. J. C.; MELO, L. A.; TEIXEIRA, L. A. F. Utilização de tubetes biodegradáveis na produção de mudas de espécies Florestais nativas. In: **Anais da Reunião Regional da SBPC em Lavras/MG**, 2010.
- NOGUEIRA, W. L. P.; FERREIRA, M. J.; MARTINS, N. O. A. Estabelecimento inicial de espécies florestais em plantio para a recuperação de área alterada no Amazonas. **Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 4, p. 365-371, 2015.
- NOVAES, A. B.; SILVA, H. F.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B. Qualidade de mudas de nim indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 101-110, 2014.
- OLIVEIRA, M. A.; FIORINE, R. A. Análise de crescimento em mudas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) provenientes de estacas em diferentes recipientes para cultivo. **Revista raízes e amidos tropicais**, v. 2, n. 1, p. 12-26, 2006.
- OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 2016.
- PAIVA, J. N.; BRAGA, R. S. S.; SANTANA, J. A. S.; CANTO, J. L. Crescimento e sobrevivência de *Genipa americana* L. no município de Macaíba (Rio Grande do Norte – Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 88-93, 2019.
- SANTANA, J. A. S.; COSTA, T. L. N.; SILVA, B. R. F.; BARBOSA JÚNIOR, V. C.; COSTA, M. P.; CANTO, J. L. Use of biodegradable bamboo containers in development of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seedlings. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15912-15921, 2019.
- SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G. Crescimento inicial de quatro espécies florestais nativas em área degradada com diferentes níveis de calagem e de adubação. **Revista Floresta**, v. 47, n. 3, p. 279-287, 2017.
- RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Braz. Ap. Sci. Rev.** v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.