



ALESSANDRA NASCIMENTO SOUZA

**ESPÉCIES NATIVAS DO COMPONENTE ARBUSTIVO PARA
USO NA FASE INICIAL DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**LAVRAS -MG
2023**

ALESSANDRA NASCIMENTO SOUZA

**ESPÉCIES NATIVAS DO COMPONENTE ARBUSTIVO PARA USO NA FASE
INICIAL DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Soraya Alvarenga
Botelho (Orientadora)

**LAVRAS -MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Souza, Alessandra Nascimento.

Espécies nativas do componente arbustivo para uso na fase inicial da restauração florestal / Alessandra Nascimento Souza. - 2023.

57 p.

Orientador(a): Soraya Alvarenga Botelho.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Vernonia polyanthes Solanum paniculatum. 2. Baccharis dracunculifolia Solanum lycocarpum. 3. Produção de mudas. I. Botelho, Soraya Alvarenga. II. Título.

ALESSANDRA NASCIMENTO SOUZA

**ESPÉCIES NATIVAS DO COMPONENTE ARBUSTIVO PARA USO NA FASE
INICIAL DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**NATIVE SPECIES OF THE BUSH COMPONENT FOR USE IN THE INITIAL
STAGE OF FOREST RESTORATION**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 16 de janeiro de 2023.

Dra. Soraya Alvarenga Botelho UFLA

Dr. Lucas Amaral de Melo UFLA

Dra. Gislene Carvalho Castro UFSJ

Prof. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Orientadora

**LAVRAS -MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela minha formação, tanto profissional, quanto pessoal e a todos os professores e servidores técnicos que se dedicaram a me ajudar.

Agradeço minha Orientadora Soraya Alvarenga Botelho e aos Professores Lucas Amaral de Melo e Gislene Carvalho Castro pelas orientações e por aceitarem participar da banca.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFLA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e à Fundação Renova, pelo financiamento do projeto e de bolsa de estudo.

Agradeço ao técnico José Pedro, ao Adriano, Jorge e todos que frequentaram o viveiro por me ajudarem de todas as formas possíveis. Agradeço aos Professores José Márcio e Anderson, à técnica Olívia e todas as meninas do Laboratório de Sementes Florestais que com sua companhia deixaram os dias mais leves. Agradeço aos diversos discentes que voluntariamente tiraram um tempo para colaborar com os experimentos, Maria, Beatriz, Gabriel, Everton, Alicia e tantos outros. Agradeço aos Professores Adelson Lemes da Silva Júnior e Rodolfo Almeida pela ajuda com a estatística dos dados.

Aos meus pais Cristina e Roberto que me proporcionaram todos os meios para que eu conseguisse seguir meus estudos, me apoiando e amparando sempre.

Aos meus familiares Bruno, Luísa, Marina e Ivone e amigos Rafael, Lara, Célia, Lilian e Eduarda que me ajudaram e a minha fiel companheira canina Luna por estar sempre ao meu lado.

RESUMO

A exploração não sustentável das florestas tem alavancado a fragmentação e a perda dos habitats, gerando graves impactos sobre a biodiversidade, sendo a recuperação dessas áreas um tema relevante para reestabelecer o meio ambiente ecologicamente equilibrado. Nesse processo, encontrar espécies nativas com potencial de crescimento, de sombreamento e de competição com as gramíneas é primordial para auxiliar no processo de restauração ecológica. Foram conduzidos dois experimentos com as espécies *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum* afim de gerar informações sobre a potencialidade de uso dessas espécies arbustivas na etapa inicial da restauração florestal. No estudo realizado no capítulo 1, avaliou-se o desenvolvimento das plantas em vasos, em condições de umidade controlada e o delineamento foi em blocos casualizados sendo 5 blocos, 3 tratamentos (substratos para crescimento) com avaliação distribuída no tempo. O crescimento das plantas foi avaliado mensalmente, por 7 meses, por meio das variáveis altura e diâmetro do coleto. Posteriormente, foi realizada a determinação da massa seca. As quatro espécies estudadas têm potencial de se desenvolverem em solos sem as condições ideais de plantio, entretanto, a adubação demonstrou ser um fator importante para o melhor desenvolvimento das plantas, principalmente no crescimento do diâmetro do coleto, que é uma variável importante para o estabelecimento das plantas em campo. No capítulo 2, para avaliação do processo de produção de mudas, o delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e 24 plantas por parcela, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 2. Foram avaliadas três composições de substratos, em dois volumes de tubetes (55 cm³) e (110 cm³) e a qualidade e crescimento das mudas foram avaliados por meio das variáveis altura e diâmetro do coleto aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura. Aos 120 dias avaliou-se a massa seca. Mudas das quatro espécies estudadas podem ser produzidas em viveiro, utilizando qualquer dos substratos e tubetes estudados para a *S. paniculatum* e recomenda-se o substrato 3 (20% de substrato comercial (Maxfertil); 30% de fibra de coco; 20% de casca de arroz carbonizada; 30% de esterco bovino curtido e 3kg/m³ de adubo Osmocote) para *B. dracunculifolia*, o substrato 2 (35% de substrato comercial (Maxfertil); 30% de fibra de coco; 20% de casca de arroz carbonizada; 15% de esterco bovino curtido e 3kg/m³ de adubo Osmocote) para *V. Polyanthes* e o substrato 1 (50% de substrato comercial (Maxfertil); 30% de fibra de coco; 20% de casca de arroz carbonizada e 3kg/m³ de adubo Osmocote) para a espécie *S. lycocarpum* devido aos maiores valores alcançados. As espécies demonstraram relevância devido seu rápido crescimento e vigor de seus indivíduos, demonstrando potencial para uso no processo de restauração florestal.

Palavras-chave: *Vernonia polyanthes*. *Solanum paniculatum*. *Baccharis dracunculifolia*. *Solanum lycocarpum*. Produção de mudas.

ABSTRACT

The unsustainable exploitation of forests has leveraged the fragmentation and loss of habitats, generating serious impacts on biodiversity, with the recovery of these areas being a relevant issue to re-establish an ecologically balanced environment. In this process, finding native species with potential for growth, shading and competition with grasses is paramount to assist in the process of ecological restoration. Two experiments were carried out with the species *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* and *Solanum lycocarpum* in order to generate information about the potential use of these shrub species in the initial stage of forest restoration. In the study carried out in chapter 1, the development of plants in pots was evaluated, under controlled humidity conditions and the design was in randomized blocks, being 5 blocks, 3 treatments (substrates for growth) with evaluation distributed in time. Plant growth was evaluated monthly, for 7 months, using the variables height and stem diameter. Subsequently, the determination of the dry mass was carried out. The four species studied have the potential to develop in soils without ideal planting conditions, however, fertilization proved to be an important factor for better plant development, especially in the growth of the collar diameter, which is an important variable for the establishment of plants in the field. In chapter 2, to evaluate the seedling production process, the experimental design was in randomized blocks with four replications and 24 plants per plot, with treatments arranged in a 3 x 2 factorial scheme. Three substrate compositions were evaluated in two volumes of tubes (55 cm³) and (110 cm³) and the quality and growth of the seedlings were evaluated using the variables height and diameter of the stem at 60, 90 and 120 days after sowing. At 120 days, the dry mass was evaluated. Seedlings of the four species studied can be produced in a nursery, using any of the substrates and tubes studied for *S. paniculatum* and substrate 3 is recommended (20% commercial substrate (Maxfertil); 30% coconut fiber; 20% carbonized rice husk; 30% tanned bovine manure and 3kg/m³ of Osmocote fertilizer) for *B. Dracunculifolia*, substrate 2 for *V. polyanthes* (35% commercial substrate (Maxfertil); 30% coconut fiber; 20% carbonized rice husk; 15% tanned bovine manure and 3kg/m³ of Osmocote fertilizer) and substrate 1 (50% commercial substrate (Maxfertil); 30% coconut fiber; 20 % of carbonized rice husk and 3kg/m³ of Osmocote fertilizer) for the species *S. lycocarpum* due to the higher values achieved. The species showed relevance due to their rapid growth and vigor of their individuals, demonstrating potential for use in the forest restoration process.

Keywords: *Vernonia polyanthes*. *Solanum paniculatum*. *Baccharis dracunculifolia*. *Solanum lycocarpum*. Seedling production.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| PRIMEIRA PARTE..... | 08 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 08 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 Degradação ambiental no Brasil..... | 10 |
| 2.2 Técnicas de restauração ecológica..... | 11 |
| 2.3 Plantio de Mudas..... | 12 |
| 2.4 Barreiras encontradas na restauração..... | 12 |
| 2.5 Condições do solo..... | 13 |
| 2.6 Plantas daninhas na restauração..... | 14 |
| 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 17 |
| REFERÊNCIAS..... | 17 |
| SEGUNDA PARTE..... | 22 |
| CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DO CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS NATIVAS..... | 22 |
| CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS NATIVAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS E VOLUMES DE TUBETES..... | 39 |

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 em seu Art. 225 prevê que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Entretanto, as constantes modificações no meio ambiente natural vêm causando diversos impactos negativos aos ecossistemas, como a alteração e degradação das diferentes fitofisionomias, fragmentação dos habitats, processos erosivos do solo, extinção de espécies, aceleração das mudanças climáticas, entre muitos outros. Devido a relevância da questão, a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou a Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas 2021-2030 (ONU, 2019).

A recuperação desses ambientes degradados vem ocorrendo com a utilização de técnicas de restauração ecológica, por meio da condução da regeneração natural, plantio de mudas, semeadura direta, entre outras técnicas. O sucesso e o custo dos processos de restauração variam em função do grau de degradação da área e da eficiência dos métodos e técnicas escolhidos. Para alguns ambientes altamente degradados, como é o caso das áreas de mineração que transformam completamente a paisagem, a dificuldade do processo de recuperação é maior, necessitando maiores investimentos nos projetos. À vista disso, conhecer os fatores que causaram a degradação e realizar o diagnóstico da condição atual da área, incluindo as condições do solo, da vegetação local, quando houver, bem como as condições da paisagem do entorno é imprescindível para possibilitar a escolha dos melhores métodos de restauração.

Dentre as técnicas utilizadas para realizar a restauração por meio da regeneração artificial, ou seja, plantio de mudas e semeadura direta no campo, o controle de plantas invasoras é um dos processos mais difíceis e onerosos. O controle de gramíneas de alta produtividade é um dos maiores desafios, possui alto custo e, muitas vezes, é responsável pelo insucesso do processo. Uma das alternativas que tem sido usada para melhorar o controle da competição na implantação é o uso de semeadura de espécies herbáceas e arbustivas, que por apresentarem rápido crescimento auxiliam no sombreamento e conseqüentemente no controle das gramíneas competidoras (RESENDE; LELES, 2017). Porém, a quase totalidade das espécies encontradas comercialmente com este objetivo, conhecidas como espécies de “adubação verde”, são espécies exóticas (PIETRO-SOUZA; SILVA, 2014). Espécies nativas regionais, de porte herbáceo e arbustivo de rápido crescimento não são utilizadas para este fim

pela ausência de conhecimento sobre o seu comportamento e falta de oferta de sementes. Salienta-se que o importante não é apenas o recobrimento do solo, mas que as funções ecológicas sejam recompostas, destacando-se, nesse sentido, que arbustos e árvores pioneiras nativas facilitam o recrutamento de outras espécies por meio de melhores condições de micro-habitat e dispersão de sementes (PIAIA et al. 2021).

Neste sentido, a identificação e seleção de espécies do componente arbustivo e herbáceo nativo regional com potencial de rápido crescimento e sombreamento, dentre outras características, é uma linha de desenvolvimento necessária visando a substituição das espécies exóticas atualmente utilizadas nos projetos de restauração ecológica. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo geral, identificar, testar e selecionar espécies nativas do componente arbustivo regional com potencial de competição com espécies invasoras para auxiliar na fase inicial da restauração florestal, sendo dividido em dois capítulos:

- Capítulo 1: Análise do crescimento inicial de espécies arbustivas nativas
- Capítulo 2: Produção de mudas de espécies arbustivas nativas em diferentes substratos e volumes de tubetes

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Degradação ambiental no Brasil

Existem muitas condutas com potencial degradador no Brasil, destacando-se a mineração (SIQUEIRA-GAY; SONTER; SÁNCHEZ, 2020), os incêndios florestais, extração ilegal de madeira (INPE, 2019), uso inadequado do solo, dentre outros. O constante deflorestamento alavanca a fragmentação e perda dos habitats, aumentando os limites ecológicos e gerando impactos perturbadores sobre a biodiversidade (PAIVA, et al., 2019).

Muitas práticas comumente realizadas no país são causadoras de degradação, como a limpeza de áreas agrícolas por meio do fogo, que pode se espalhar por áreas florestais, afetando os mecanismos de regeneração e retardando o processo de sucessão. Esses incêndios florestais têm um grande impacto nos estoques de carbono da floresta, se tornando uma importante fonte de carbono, pela combustão direta de matéria orgânica para a atmosfera (SILVA, et al., 2018).

As mudanças climáticas e os eventos extremos que a humanidade vem presenciando devido às intensas atividades degradadoras realizadas na paisagem natural, estão sendo discutidas por líderes mundiais, cientistas e ONGs para promover a restauração desses ambientes e a mudança nos modos de vida contemporâneo. As questões ambientais que estão em destaque nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, cuja proposta contém 17 objetivos e 169 metas de ação para alcance até 2030, em sua maioria abrangem as dimensões ambiental, econômica e social do desenvolvimento sustentável, de forma integrada e inter-relacionada (IBGE, 2020).

O poder público brasileiro concebe métodos para que a proteção da vegetação nativa aconteça, como a reserva legal que é um importante exemplo de mecanismo de preservação das florestas nacionais, tendo como objetivo a conservação da biodiversidade, oferecendo múltiplos serviços ecossistêmicos e a possibilidade do uso sustentável dos recursos naturais nas propriedades rurais (METZGER et al., 2019). Mesmo pequenas áreas preservadas como reserva legal servem como refúgios para a biodiversidade remanescente, podendo gerar conexões estruturais entre áreas protegidas e grandes remanescentes florestais (WINTLE et al., 2019). Outras áreas protegidas pela Lei de proteção 12.651/2012 (Código Florestal) como as Áreas de Preservação Permanente – APP são fundamentais para a conservação dos ecossistemas naturais.

As mudanças nas formas de ocupação do território brasileiro não ocorrem de forma

linear ao longo do tempo, nem acontecem de maneira homogênea nas diversas regiões do país por estarem relacionadas a fatores econômicos, ambientais, históricos e culturais específicos (IBGE, 2020).

O processo de perda da cobertura natural já ocasionou a redução de 7,6% da área de vegetação florestal e de 10% da vegetação campestre entre 2000 e 2018 (IBGE, 2020). A restauração das áreas degradadas brasileiras vem crescendo e, segundo o Observatório de Restauração (2021) a região sudeste lidera os números de restauração no Brasil, porém atualmente todos os biomas brasileiros são alvos de restauração.

Para efetuar a proteção das florestas é necessário que as políticas públicas e fiscalizações sejam eficientes, entretanto para a restauração das áreas degradadas o conhecimento técnico dos métodos de restauração é indispensável para o sucesso do projeto.

2.2 Técnicas de restauração ecológica

A diversidade de paisagens e de espécies encontradas nos biomas brasileiros representa uma grande riqueza. Porém, constitui também desafio quando se trata da tarefa de realizar a restauração ecológica nesses biomas diversos, pois o conhecimento científico sobre a composição, estrutura e dinâmica de ecossistemas é decisivo para embasar o sucesso da restauração ecológica (WWF, 2017).

Existem diferentes métodos que visam a regeneração florestal, que podem conduzir a regeneração natural ou a regeneração artificial. Segundo Botelho e Davide (2002) a regeneração natural ocorre através de processos naturais, como germinação de sementes e brotação de tocos e raízes, o que a torna a técnica menos onerosa. Entretanto, para a sua utilização o sítio deve conter características que possibilite a sucessão da floresta, características essas não encontradas em áreas amplamente degradadas.

A técnica de regeneração artificial pela semeadura direta de espécies arbóreas nativas vem evoluindo muito nos últimos anos e apresenta um grande potencial para recobrimento rápido do solo, facilidade de armazenamento e transporte das sementes para o campo, redução dos custos, pois não exige a etapa de crescimento das mudas no viveiro e um melhor desenvolvimento do sistema radicular. No entanto, essa possibilidade de uso da semeadura direta exige uma seleção maior das espécies para recobrimento, bem como técnicas e condições de solo para o seu sucesso (IBAMA, 2021).

Segundo Botelho e Davide (2002) o plantio de mudas garante o controle do espaçamento, adensamento e a facilitação dos tratamentos silviculturais, porém a obtenção de

insumos, mão de obra e equipamentos onera a técnica. Apesar dos custos, o plantio de mudas de espécies arbóreas tem sido a prática mais usual na restauração, devido à rapidez e visibilidade dos resultados (WWF, 2017).

2.3 Plantio de Mudas

A necessidade de produzir mudas com melhor qualidade e menor custo é um desafio constante e que tem exigido a capacitação e atualização dos profissionais que atuam nesta atividade (SCHORN; FORMENTO, 2003). O conhecimento sobre os tratos silviculturais durante a produção das mudas, destacando-se para os recipientes e substratos utilizados, são essenciais para a produção de mudas de qualidade.

Utilizar um recipiente adequado na produção de mudas é essencial para proporcionar um desenvolvimento benéfico a planta (HAASE; DAVIS, 2017). Os tubetes vem sendo amplamente utilizado para a produção de mudas devido aos seus benefícios (CABREIRA et al., 2021; GASPARIN et al., 2014). Neste processo identificar o volume adequado do tubete é fundamental para não prejudicar o desenvolvimento da planta e economizar com a produção, pois algumas espécies são mais sensíveis à restrição do sistema radicular, e essa restrição, provocada por recipientes, afeta o desenvolvimento das mudas (KOSTOPOULOU et al., 2011).

A qualidade do substrato utilizado para a produção das mudas é essencial para proporcionar o desenvolvimento das plantas, uma vez que ele irá proporcionar os nutrientes para seu crescimento (OLIVEIRA et al., 2016). Cada espécie possui características distintas de crescimento e exigências diferentes quanto ao substrato, exigindo estudos que colaborem para a indicação do substrato mais adequado para o desenvolvimento de cada espécie. Isso demonstra a complexidade na elaboração de um projeto de recuperação de áreas degradadas, pois vários fatores devem ser considerados na elaboração dos projetos, entre eles o ecológico, o silvicultural, o social e, especialmente, o econômico (SANTOS et al., 2012).

2.4 Barreiras encontradas na restauração

Apesar do desenvolvimento das técnicas para se restaurar as áreas degradadas, ainda existem barreiras significativas nesse processo. Independente das técnicas utilizadas, os profissionais da área procuram criar condições para que a própria biota do local se estabeleça e a área aumente sua resiliência (SER, 2016), porém, a grande dificuldade dessa realização é conectar as técnicas disponíveis às condições da área e disponibilidade de recursos financeiros.

A recuperação integral de uma área não é possível ou apropriada em todos os casos e o processo de restauração pode levar décadas ou mesmo séculos, devido à grande escala temporal de alguns processos de recuperação (SER, 2016). O aprimoramento das técnicas visa diminuir esse tempo, para que os serviços ecossistêmicos voltem a ser realizados na área.

A retirada dos fatores de degradação proporciona um cenário para que as ações de restauração posteriores tenham efeito (IBAMA, 2021), sendo o passo inicial do processo. Segundo Rodrigues et al. (2013) o monitoramento é uma etapa essencial para avaliar o sucesso da restauração, tanto no que se refere à avaliação dos métodos usados, como para inferir se a área em restauração está seguindo uma trajetória ecológica desejada. Porém, é comum ocorrer falhas no monitoramento dos projetos e as ações que levaram a área àquela condição voltem a acontecer, como é o caso da invasão do gado, os incêndios, o aumento nos números de formigas, cupins e crescimento de plantas invasoras.

As ações de restauração destinadas a estimular a recuperação de espécies nativas também podem estimular uma resposta de espécies indesejáveis presentes no banco de sementes, muitas vezes exigindo múltiplas intervenções de acompanhamento para alcançar as metas do projeto. Primeiramente, é preciso identificar as barreiras que impedem a recuperação do ecossistema, pois as causas antropogênicas da degradação, as consequências das mesmas, as condições inadequadas do solo, falta de recursos, competição e indisponibilidade de propágulos irão dificultar a recuperação da área (SER, 2019).

Espécies exóticas invasoras são reconhecidas como uma das principais causas de ameaça à diversidade biológica, sendo que a taxa de estabelecimento e invasão por espécies exóticas é altamente variável e depende de condições ambientais específicas. O reconhecimento da gravidade das espécies exóticas invasoras para a diversidade biológica e a conservação de serviços ecossistêmicos tem gerado a necessidade de ação prática, o que sem dúvida implica num processo de aprendizado para muitos profissionais (ICMBIO, 2019).

Sendo assim, além do conhecimento da área e técnica a ser utilizada na restauração, é essencial identificar e estudar espécies que possuam características favoráveis para contribuir no processo inicial de restauração ecológica.

2.5 Condições do solo

As áreas consideradas degradadas sofrerem alterações em suas características e geralmente não apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, sendo a qualidade do solo uma das principais barreiras. O solo exposto recebe a energia cinética da

precipitação e comumente ocorre o fenômeno do selamento superficial, esse fenômeno obstrui os poros, diminuindo a permeabilidade e iniciando o processo de erosão, tornando necessário realizar ações para melhorar suas condições químicas e físicas (SCHAEFER et al., 2002). Dentre as ações realizadas nas áreas passíveis de restauração para melhorar as condições físicas do solo, podemos destacar o preparo do solo que pode ser realizado de forma manual ou mecanizada, de acordo com a topografia de cada local ou estrutura existente no imóvel rural. Em solos que necessitem de descompactação recomenda-se o uso de subsoladores em áreas mecanizáveis, para promover o rompimento de eventuais camadas compactadas do solo, possibilitando o adequado estabelecimento e desenvolvimento das mudas (IBAMA, 2021; NAVE et al., 2015).

Baseando-se na análise do solo é possível identificar as suas deficiências nutricionais e realizar as ações para melhorar suas condições químicas. Na adubação de base, são feitas as correções de possíveis deficiências que o solo possa apresentar, dando ênfase para o Fósforo (P), pois a disponibilidade natural de P nos solos brasileiros (tropicais) é geralmente muito pequena e o requerimento nutricional pelas espécies florestais por P, nas fases iniciais, é alto. (DAVIDE et al., 2015).

A prática de aplicação de calcário na revegetação com espécies nativas pode ser realizada de forma manual ou mecanizada, de acordo com as condições e o tamanho da área e tem como objetivo fornecer cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para as plantas, além de elevar os níveis de porcentagem de saturação de bases do solo, aumentando a carga de nutrientes e reduzindo possíveis efeitos tóxicos do alumínio (Al) (IBAMA, 2021).

A proporção entre os componentes mineral e orgânico e os níveis de calagem e adubação devem ser definidos em função da demanda apresentada pela espécie em questão, de forma a proporcionar o melhor ambiente de cultivo possível. (OLIVEIRA et al., 2016). Sendo assim, conhecer as características das espécies que serão utilizadas é essencial para o sucesso da restauração.

2.6 Plantas daninhas na restauração

A definição de plantas daninhas é amplamente discutida por pesquisadores. Silva e Silva (2007) definem que uma planta pode ser considerada daninha quando prejudica direta e indiretamente as atividades humanas, ou seja, todas as plantas podem ser caracterizadas como daninhas se estiverem localizadas em lugares em que não são desejadas. As plantas que comumente são classificadas como daninhas podem ser proveitosas para a restauração se

conseguirem se estabelecer em lugares onde outras plantas não conseguiriam.

Quanto mais rápido for o processo inicial de colonização de uma área, melhor serão as condições para que as espécies mais exigentes consigam se estabelecer. Espécies consideradas pragas por serem encontradas em diversas áreas com condições desfavoráveis, como pastagens abandonadas, entorno de rodovias e até em áreas urbanas abandonadas, podem se estabelecer em áreas degradadas passíveis de restauração, provocando o sombreamento, a diminuição do solo exposto e a descompactação do solo, contribuindo assim, para a introdução das espécies arbóreas nativas no local. Plantas que surgem espontaneamente e não prejudicam o reflorestamento são aliadas dos reflorestadores, pois não só competem com as gramíneas forrageiras como desempenham papel de precursoras da fauna e da ciclagem de nutrientes, até mesmo ajudando no controle de pragas (RESENDE; LELES, 2017). Por essas características a utilização das plantas consideradas invasoras ou competitivas em culturas agrícolas na recuperação de áreas degradadas é promissora, uma vez que conseguem se estabelecer em áreas com condições desfavoráveis.

Os projetos que envolvem a utilização de espécies exóticas não são muito aceitos pela sociedade (SIMBERLOFF et al. 2011), sendo que o medo da infestação, competição e possibilidade de serem vetores de patógenos influenciam no uso dessas espécies. Diante disso, o estudo de espécies nativas que possuam potencial de serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas precisa ser ampliado.

Devido a abundância de indivíduos encontrada na região de estudo, as espécies nativas *Vernonia polyanthes* Less. (assa-peixe), *Solanum paniculatum* (jurubeba), *Baccharis dracunculifolia* (alecrim do campo) e *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) foram consideradas espécies potenciais para atuarem na fase inicial da restauração..

A espécie *Vernonia polyanthes* é uma planta arbustiva com média de 2,5 metros de altura, amplamente ramificada, cujos ramos são sulcados, glabrescentes, angulosos e densamente pilosos. Possui caule lenhoso e muito ramificado. A raiz é principalmente pivotante, com extenso sistema radicular (ALVES; NEVES, 2003; HATTORI; NAKAJIMA, 2011; KISSMAN; GROTH, 1999).

Possui folhas simples alternadas, lanceoladas, pecioladas, cujos pecíolos apresentam comprimento variado, com base atenuada e ápice agudo ou acuminado. As margens inteiras ou levemente serradas na parte apical, com comprimento de até 18 cm e 6 cm de largura, e nervuras duplamente proeminentes (sendo mais na face dorsal). Apresenta face adaxial áspera, esparso-estrigosa, glandulosa e face abaxial pilosa, estrigosa, glandulosa. De cor verde, sendo esta mais clara na face abaxial (ALVES; NEVES, 2003; HATTORI; NAKAJIMA, 2011;

KISSMAN; GROTH, 1999).

Sua inflorescência é formada por flores brancacentas, alvas ou rosada, disposta no ápice dos ramos, com capítulos pequenos, sésseis ou curtamente pedunculados, formados por 10 a 15 flores reunidas em panículas escorpioides. O grande volume das inflorescências, com flores geralmente brancacentas e aromáticas é característico da espécie (ALVES; NEVES, 2003; KISSMAN; GROTH, 1999).

A espécie *Solanum paniculatum* é perene, arbustiva, atinge até 2 metros de altura, podendo ser classificada como nanofanerófitas no sistema de formas de vida de Raunkiaer (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Possuem inflorescências em forma de panículas terminais, nas quais as flores atingem a maturidade da base para o ápice. As flores apresentam cinco anteras amarelas, poricidas, vistosas e tubulosas, que se dispõem de tal modo a formar um cone ao redor do estigma. O ovário das flores com estilete curto é menor que o das flores com estilete longo, porém ambos são multiovulados (FORNI-MARTINS; MARQUES; LEMES, 1998).

A espécie *Baccharis dracunculifolia* é um arbusto perene de 2 a 3 metros de altura, possui uma alta capacidade de crescimento natural, ocorrendo frequentemente em áreas perturbadas e pastagens (GOMES; FERNANDES, 2002). A planta nativa é amplamente distribuída nos estados de São Paulo e Minas Gerais sendo muito utilizada na produção de própolis verde (PARK et al., 2004). A espécie atrai insetos herbívoros e galhadores, principalmente as abelhas (RODRIGUES, 2017).

A espécies *Solanum lycocarpum* caracteriza-se por ser um arbusto com até 5 metros de altura, com folhas simples, alternas e coriáceas, de caule ereto, muito ramificado, repleto de acúleos, folhas grandes, verde claro acinzentadas, margem sinuosa e dentada. É uma planta pioneira encontrada em áreas cuja cobertura vegetal foi removida, tais como margens de estradas e terrenos baldios (LORENZI, 1998).

Floresce e frutifica praticamente o ano todo. Os frutos dessa espécie estão entre os maiores do gênero, fazendo parte da alimentação do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* illiger) e do homem, sendo usado na confecção de doces e geléias (REFLORA).

Essas espécies muitas vezes são consideradas pragas por possuírem um aspecto ruderal, onde se estabelecem em áreas agrícolas ou urbanas em que outras espécies arbóreas não conseguiriam sem um manejo adequado. São espécies conhecidas por serem “invasoras” de pastagens e áreas de agricultura, o que pode indicar que o seu uso na etapa inicial da restauração de uma área pode ser vantajoso.

Informações sobre essas espécies advêm de poucos livros, como por exemplo

LORENZI, 2008 e alguns trabalhos científicos, sendo a maior parte sobre as espécies *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum* e *Baccharis dracunculifolia* a respeito de composição química e possíveis características medicinais, porém pesquisas aprofundadas e com o intuito de utilizar essas espécies em projetos de restauração florestal são escassas ou inexistentes.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem poucas pesquisas envolvendo espécies arbustivas nativas, com objetivo de compreender seu crescimento e potencial uso. Conhecendo melhor as particularidades do cultivo das espécies é possível indicar sua utilização em projetos de restauração, contribuindo para aumentar o número de espécies passíveis de serem utilizadas, consequentemente aumentando a disponibilidade de sementes e mudas das mesmas.

Neste estudo, foram realizados dois experimentos com quatro espécies arbustivas nativas com potencial de serem utilizadas no início da restauração florestal, *Vernonia polyanthes* Less. (assa-peixe), *Solanum paniculatum* (jurubeba), *Baccharis dracunculifolia* (alecrim do campo) e *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira).

REFERÊNCIAS

- ALVES, V.; NEVES, L. Anatomia foliar de *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). **Revista Universitária Rural**, Série Ciências da Vida. p 1-8, v. 22 ed 2, 2003.
- BOTELHO, S. A; DAVIDE, A. C. **Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares**. Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade. Belo Horizonte. 2002.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
- CABREIRA, G.V.; LELES, P.S.S.; ALONSO, J.M.; RESENDE, A.S.; CABREIRA, W.V.; SOUSA, T.J.S. Adubo de liberação controlada e volume do recipiente para produção de mudas de *Inga laurina*. **Floresta e Ambiente**, v. 28 ed 1, 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/2179-8087-floram-2019-0057>>.
- DAVIDE, A. C.; MELO, L. A.; TEIXEIRA, L. A. F.; PRADO, N. J. S.; FIORINE, R. A.; CARVALHO, R. P. DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, UFLA, 2015, p 181-274.
- FORNI-MARTINS, E.R.; MARQUES, M.C.M.; LEMES, M.R. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of**

Botany. v 21, ed 2, p. 117-124, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84041998000200002>.

GASPARIN, E.; AVILA, A.L.; ARAUJO, M.M.; CARGNELUTTI, F. 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 ed. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, V.; FERNANDES, G. W. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae). **Acta Botanica Basiliica**, v.16, n.4, p. 421-427, 2002.

HAASE, D. L.; DAVIS, A. S. Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. **Reforesta**, v. 4 (1), 69–93, 2017.

HATTORI, E.; NAKAJIMA, J. A família Asteraceae na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**. v 38, ed 2, p. 165-214, 2011.

IBAMA. **Em dia com a natureza**: manual para projetos de recuperação nativa. Brasília, 2021. 107 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil 2016 – 2018**. Rio de Janeiro, 27p, 2020. Disponível em: <https://iede.fjp.mg.gov.br/texto_home/documentos/Monitoramento%20da%20Cobertura%20e%20Uso%20da%20Terra%20do%20Brasil%20-%20IBGE%202016-2018.pdf>.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais**. 136 p. 2019. Disponível em:<https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). PRODES - Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite [Documento WWW] 2019. Disponível em:<<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>.

KISSMANN KG, GROTH D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. 2ª ed. São Paulo: BASF; 1999.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; PAPANASTASI, O. D.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early developmental stages. **Forestry Thessaloniki**, v. 35, p. 379-390, 2011. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/267302187_Eff_ect_of_mini-plug_container_depth_on_root_and_shoot_growth_of_four_forest_tree_species_during_early_developmental_stages>.

LORENZI, H. J. **Árvores Brasileiras I**. 5. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 384p, 2008.

LORENZI H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas**

nativas do Brasil. Editora Plantarum, Nova Odessa, v. 2, 384p, 1998.

METZGER, J.P.; BUSTAMANTE, M.M.C.; FERREIRA, J.; FERNANDES, G.W.; LIBRÁN-EMBID, F.; PILLAR, V.D.; PRIST, P.R.; RODRIGUES, R.R.; VIEIRA, I.C.G.; OVERBECK, G.E. Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, pp. 91 – 103, 2017. Disponível em:<10.1016 / j.pecon.2019.07.002>.

MUELLER-DOMBOIS, H.; ELLENBERG, D. **Aims and methods of vegetation ecology**. Wiley, New York, 1974.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; FARAH, F. T.; SILVA, C. C.; LAMONATO, F. H. F. **Manual de restauração ecológica** – técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia. Piracicaba: Bioflora Tecnologia de Restauração, 2015.

OBSERVATÓRIO DE RESTAURAÇÃO E REFLORESTAMENTO. Veja os principais dados. Região. 2021. Disponível em:<<https://observatoriodarestauracao.org.br/app/dashboard>>.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; 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. Brasília: Embrapa. 124 p. 2016. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141891/1/Manual-de-Viveiro-e-producao-de-mudas.pdf>>.

ONU. Assembleia Geral das Nações Unidas. **United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030)**. 2019. Disponível em:<<https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N19/060/16/PDF/N1906016.pdf?OpenElement>>.

PAIVA, P.F.P.R.; RUIVO, M.L.P.; SILVA JÚNIOR, O.M.; MACIEL, M.N.M.; BRAGA, T.G.M.; ANDRADE, M.N.N.; SANTOS JUNIOR, P.C.; ROCHA, E.S.; FREITAS, T.P.M.; LEITE, T.V.S.; GAMA, L.H.O.M.; SANTOS, L.S.; SILVA, M.G.; SILVA, E.R.R.; FERREIRA, B.M. Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. **Biodiversity Conservation**. v. 19, p. 19-38, 2019. Disponível em:<10.1007 / s10531-019-01867-9>.

PARK, Y.K.; PAREDES-GUZMAN, J.F.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S.M.; FUJIWARA, F.Y. Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 52, p. 1103-1103, 2004.

PIAIA, B.B.; ROVEDDER, A.P.M.; PROCKNOW, D.; CAMARGO, B. Avaliação de indicadores ecológicos na restauração por plantio em núcleo com diferentes idades. **Ciência Florestal**. v. 31, ed 3, p. 1512–34, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509848105>.

PIETRO-SOUZA, W.; DA SILVA, N. M. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 63-74, 2014.

REFLORA. *SOLANACEAE IN FLORA E FUNGA DO BRASIL*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14805>>.

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia; UFRRJ, 2017. 108 p.

RODRIGUES, D.M. **Baccharis dracunculifolia: Formação de pasto apícola, estudo das interações com Apis melifera e insetos galhadores na produção de própolis verde**. Dissertação de mestrado. Ribeirão Preto, 2017.

RODRIGUES, R. R.; PADOVEZI, A.; FARAH, F.T.; GARCIA, L.C.; SANGLADE, L.C.; BRANCALION, P.H.S.; CHAVES, R.B.; VIANI, R.A.G.; BARRETO, T.E. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Protocolo de Monitoramento para Programas e Projetos de Restauração Florestal**. 1. ed. São Paulo: Instituto Bioatlântica, 2013. 61p.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.2, p.237-245, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622012000200005&script=sci_arttext>.

SCHAEFER, C.E.R.; SILVA, D.D.; PAIVA, K.W.N.; PRUSKI, F.F.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; ALBUQUERQUE, M.A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em argissolo vermelho-amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.669-678, 2002.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. **Silvicultura II Produção de Mudanças Florestais**. Universidade Regional de Blumenau. 58 p, 2003.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER). **Padrões internacionais para a prática da restauração ecológica – incluindo princípios e conceitos chaves**, Washington, D. C. 2016, 48p. Disponível em: <https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/SER_Standards_Portuguese.pdf>.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. UFV: Viçosa, 2007. 367 p.

SILVA, C.V.J.; ARAGÃO, L.E.O.C.; BARLOW, J.; ESPÍRITO-SANTO, F.; YOUNG, P.J.; ANDERSON, L.O.; BERENQUER, E.; BRASIL, I.; FOSTER BROWN, I.; CASTRO, B.; FARIAS, R.; FERREIRA, J.; FRANÇA, F.; GRAÇA, P.M.L.A.; KIRSTEN, L.; LOPES, A.P.; SALIMON, C.; SCARANELLO, M.A.; SEIXAS, M.; SOUZA, F.C.; XAUD, H.A.M. Drought-induced Amazonian wildfires instigate a decadal-scale disruption of forest carbon dynamics. The royal society. **Biological Sciences**. 373, 2018. Disponível:<[10.1098/rstb.2018.0043](https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0043)>.

SIMBERLOFF, D ; ALEXANDER, J; ALLENDORF, F; ARONSON, J; ANTUNES, P.M; BACHER, S. et al. (2011) Non-natives: 141 scientists object . **Nature**. 475, 36. Doi: 10.1038/475036a.

SIQUEIRA-GAY, J.; SONTER, L.J.; SÁNCHEZ, L.E. Exploring potential impacts of mining on forest loss and fragmentation within a biodiverse region of Brazil's northeastern Amazon. **Resources Policy**, Volume 67, 2020. Disponível

em:<<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101662>>.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER). **Princípios e padrões internacionais para a prática da restauração ecológica**. Segunda edição, 2019, 114p.

WINTLE, B.A.; KUJALA, H.; WHITEHEAD, A.; CAMERON, A.; VELOZ, S.; KUKKALA, A.; MOILANEN, A.; GORDON, A.; LENTINI, P.E.; CADENHEAD, N.C.R.; BEKESSY, S.A. Global synthesis of conservation studies reveals the importance of small habitat patches for biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. EUA , 116, pp. 909 – 914, 2019. Disponível em:<<https://www.pnas.org/content/116/3/909?sfns=mo&sfns=mo>>.

WWF BRASIL [online]. **Restauração Ecológica no Brasil: Desafios e Oportunidades**. Relatório BR 2017. 91p. Disponível em:<https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/restauracao_ecologica_1.pdf>

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DO CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS NATIVAS

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento das espécies *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum* em vasos, em condições de umidade controlada. O delineamento foi em blocos casualizados sendo 5 blocos, 3 tratamentos (substratos) distribuídos em 7 avaliações no tempo, para cada espécie. O crescimento das plantas foi avaliado mensalmente, do terceiro mês após germinação ao nono mês, totalizando 7 avaliações, por meio das variáveis altura e diâmetro do coleto. Posteriormente, foi realizada a determinação da massa seca. As quatro espécies estudadas conseguiram se desenvolver em solos sem as condições ideais de plantio, entretanto a adubação demonstrou ser um fator importante para o melhor desenvolvimento das plantas, principalmente no crescimento do diâmetro do coleto, que é uma variável importante para o estabelecimento das plantas em campo.

Palavras-chave: *Vernonia polyanthes*. *Solanum paniculatum*. *Baccharis dracunculifolia*. *Solanum lycocarpum*.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the development of *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* and *Solanum lycocarpum* species in pots, under controlled humidity conditions. The design was in randomized blocks with 5 blocks, 3 treatments (substrates) distributed in 7 evaluations in time, for each species. Plant growth was evaluated monthly, from the third month after germination to the ninth month, totaling 7 evaluations, using the variables height and stem diameter. Subsequently, the determination of the dry mass was carried out. The four species studied were able to develop in soils without ideal planting conditions, however fertilization proved to be an important factor for better plant development, especially in the growth of the collar diameter, which is an important variable for the establishment of plants in field.

Keywords: *Vernonia polyanthes*. *Solanum paniculatum*. *Baccharis dracunculifolia*. *Solanum lycocarpum*.

INTRODUÇÃO

As florestas nativas vêm sendo ameaçadas historicamente pelo uso e ocupação do solo indevido, gerando como resultado um declínio da biodiversidade e conseqüentemente dos serviços ecossistêmicos prestados por elas (NEWBOLD, 2015). Restaurar ambientes com a diversidade encontrada nos biomas brasileiros é um processo de alta complexibilidade, assim o conhecimento científico sobre a composição, a estrutura e a dinâmica de ecossistemas é decisivo para embasar o sucesso da restauração (WWF, 2017).

A escolha das espécies que irão compor o projeto de restauração é fundamental para a condução mais eficiente do projeto (SER, 2019). A grande biodiversidade dos biomas brasileiros, a falta de informações e disponibilidade de sementes gera desequilíbrios na oferta e demanda de mudas de espécies nativas (SILVA et al., 2016). Sendo assim, identificar espécies nativas com potencial de uso nos projetos de restauração é uma estratégia importante para melhorar os resultados dos processos de restauração e também interessante para aumentar a variedade de espécies produzidas nos viveiros florestais.

Além de ser nativa da fitofisionomia local, a escolha das espécies deve também estar atrelada as suas características em relação as suas exigências de luminosidade, água e nutrientes disponíveis no solo, pois espécies menos exigentes podem se desenvolver melhor em áreas menos favoráveis. A composição do substrato para produção de mudas é um fator preponderante para o desenvolvimento das plantas e deve ser adequado e selecionado para garantir resultados satisfatórios (OLIVEIRA et al., 2012; GOMES et al., 2019), porém em condições de campo, nem sempre o solo irá possuir as características favoráveis para o desenvolvimento das plantas e, em função disso, o preparo e adubação do solo são essenciais para o melhor crescimento das plantas em campo.

O uso de espécies que apresentem alguma vantagem competitiva em relação às plantas infestantes locais, reduzindo a população de plantas indesejáveis é uma alternativa para beneficiar o reflorestamento (RESENDE; LELES, 2017). Se essas espécies forem nativas diminui os riscos ecológicos que espécies não nativas podem causar, gerando menos preocupações com a biodiversidade nativa e a prestação de serviços ecossistêmicos (PÖTZELSBERGER et al., 2020). Portanto, encontrar espécies arbustivas nativas que consigam se desenvolver em condições adversas e que possuam essa vantagem sobre as plantas invasoras é oportuno para proporcionar melhorias nos processos de restauração.

O objetivo do trabalho foi estudar o crescimento das espécies nativas *Vernonia polyanthes* Less. (assa-peixe), *Solanum paniculatum* (jurubeba), *Baccharis dracunculifolia*

(alecrim do campo) e *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) em diferentes substratos simulando diferentes condições de solo para o desenvolvimento inicial das plantas.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em vasos de 7 litros em casa de vegetação no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA) localizada no município de Lavras, estado de Minas Gerais, a 913 m de altitude, 21° 14' de latitude Sul, 45° 00' de longitude Oeste, com clima do tipo Cwb segundo a classificação de Köppen, clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental, para cada espécie, foi em blocos casualizados (DBC) sendo 5 blocos e 3 tratamentos (substratos), distribuídos em 7 avaliações no tempo, para avaliação de crescimento em altura e diâmetro do coleto e, ao final de 9 meses para valores de biomassa. Os 3 substratos avaliados foram solo sem adubação (S), solo adubado (SA) e substrato de viveiro (SU) (TABELA 1). Foram utilizados vasos de 7 litros.

Tabela 1 - Composição dos substratos: Substrato de viveiro (SU), Solo adubado (SA) e Solo (S).

| Composição/ Substrato | TS (%) | CA (%) | EB (%) | S (%) | SS (Kg/m ³) | C (Kg/m ³) |
|--------------------------|--------|--------|--------|-------|-------------------------|------------------------|
| SU | 50 | 25 | 25 | - | 4 | 2,65 |
| SA | - | - | - | 100 | 4 | 2,65 |
| S | - | - | - | 100 | - | - |

TS: Terra de subsolo peneirada; CA: Casca de arroz carbonizada; EB: Esterco bovino peneirado; S: Solo coletado no município de Mariana-MG; SS: Super Fosfato Simples; C: Calcário. Fonte: Do autor (2023).

O solo utilizado foi coletado em área particular não afetada pelo rejeito às margens do rio do Carmo no Município de Mariana, sendo esse solo utilizado em estudos anteriores (ANDRADE, 2020) com o objetivo de simular as condições de campo de áreas degradadas encontradas no município de Mariana que devem ser restauradas pela Fundação Renova, organização dedicada às ações de reparação e compensação das áreas impactadas pelo rompimento da barragem do Fundão assinadas no Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC, 2016). Os valores dos atributos químicos e texturais do solo coletado no município de Mariana-MG são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química e física do solo utilizado neste estudo.

| Parâmetros* | Unidade | Solo |
|-------------|------------------------------------|----------|
| Ph | | 4,9 |
| K | mg/dm ³ | 7,94 |
| P | mg/dm ³ | 4,08 |
| Na | mg/dm ³ | 7,89 |
| Ca | cmol _c /dm ³ | 0,22 |
| Mg | cmol _c /dm ³ | 0,1 |
| Al | cmol _c /dm ³ | 0,23 |
| H+Al | cmol _c /dm ³ | 2,27 |
| SB | cmol _c /dm ³ | 0,34 |
| T | cmol _c /dm ³ | 0,57 |
| T | cmol _c /dm ³ | 2,61 |
| V | % | 13,04 |
| m | % | 40,35 |
| P-Rem | mg/L | 11,21 |
| Zn | mg/dm ³ | 0,62 |
| Fe | mg/dm ³ | 41,15 |
| Mn | mg/dm ³ | 3,38 |
| Cu | mg/dm ³ | 58,26 |
| B | mg/dm ³ | 0,06 |
| S | mg/dm ³ | 22,23 |
| M.O. | dag/kg | 0,62 |
| Argila | dag/kg | 58 |
| Silte | dag/kg | 11 |
| Areia | dag/kg | 31 |
| Textura | | Argilosa |

Nota: *pH em H₂O, relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu: Extrator Mehlich-1; Ca - Mg - Al: Extrator KCl, 1 mol/L; H + Al: Extrator SMP; P-Rem = Fósforo Remanescente: Solução de CaCl₂ 10 mmol/L + 60 mg/L de P, relação 1:10; M.O. = Matéria Orgânica: Oxidação por Na₂Cr₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N; B: Extrator água quente; S: Extrator Fosfato monocálcico em ácido acético; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m= Índice de Saturação de Alumínio. Fonte: Adaptado de Andrade (2019).

As espécies utilizadas foram: *Vernonia polyanthes* Less. (assa-peixe), planta arbustiva com média de 2,5 metros de altura, caule lenhoso e muito ramificado, sua raiz é principalmente pivotante, com extenso sistema radicular (ALVES; NEVES, 2003; HATTORI; NAKAJIMA, 2011; KISSMAN; GROTH, 1999); *Solanum paniculatum* (jurubeba) planta perene, arbustiva, atinge até 2 metros de altura (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974); *Baccharis dracunculifolia* (alecrim do campo) arbusto perene de 2 a 3 metros de altura, possui uma alta capacidade de crescimento natural, ocorrendo frequentemente em áreas perturbadas e pastagens

(GOMES; FERNANDES, 2002) e *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) arbusto com até 5 metros de altura, com folhas simples, alternas e coriáceas, de caule ereto, muito ramificado, repleto de acúleos, folhas grandes, verde claro acinzentadas, margem sinuosa e dentada. É uma planta pioneira encontrada em áreas cuja cobertura vegetal foi removida, tais como margens de estradas e terrenos baldios (LORENZI, 1998).

As sementes utilizadas foram provenientes de indivíduos localizados nos municípios de Lavras e Ijaci – MG, sendo coletadas das matrizes, beneficiadas e levadas ao Laboratório de Sementes Florestais da Ufla, onde foi realizada a caracterização do lote por meio das análises de pureza, umidade e teste de germinação em estufa BOD. A semeadura ocorreu diretamente nos vasos, dispostos em casa de vegetação no Viveiro Florestal da UFLA, colocando-se 4 sementes de *S. paniculatum* e 4 sementes de *S. lycocarpum* por vaso, enquanto que para semeadura de *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* foram utilizados aproximadamente 0,034g e 0,056g, devido ao tamanho das sementes, correspondendo a 105 e 60 sementes respectivamente. As sementes foram cobertas por uma fina camada de terra de subsolo peneirada para evitar que as sementes fossem dispersas pelo vento. A semeadura ocorreu nos vasos no dia 22 de fevereiro de 2022, a contagem da germinação foi realizada diariamente durante 30 dias e, após 35 dias de semeadura foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. A irrigação foi efetuada diariamente durante 21 dias, posteriormente a cada 2 dias e, conforme crescimento das plantas, a irrigação ocorreu de acordo com a necessidade, verificando-se a umidade do substrato.

O crescimento das plantas foi avaliado por meio das variáveis altura (H), mensurada por régua e diâmetro do coleto (DC), mensurado com paquímetro digital, avaliados mensalmente entre 3 meses e 9 meses após a semeadura, totalizando 7 medições. Posteriormente, foi realizada a determinação da massa seca dividindo-se a parte aérea do sistema radicular. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa a 65°C até atingir peso constante, no Laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal – Laserf da UFLA.

Além das variáveis H e DC, a partir dos dados coletados, calculou-se a porcentagem de germinação (G), relação da altura com diâmetro do coleto (RAD), a matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSR), matéria seca total (MST), relação da MSPA com MSR (RPAR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) pela equação: $IQD = \frac{MST}{RAD + RPAR}$. Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do *software* RStudio versão 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022), aplicando o pacote *easyanova* (ARNHOLD, 2022) e realizada análise de regressão linear simples.

RESULTADOS

O lote de sementes da espécie *V. polyanthes* apresentou 72% de germinação em estufa BOD, 80,84% de pureza e 9,50% de umidade. A semeadura realizada nos vasos apresentou 7,42% de germinação média, sendo 6,66% no substrato SU, 8% no substrato SA e 7,61% no substrato S.

O lote de sementes da espécie *S. paniculatum* apresentou 98% de germinação em estufa BOD, 96,58% de pureza e 9,22% de umidade. A semeadura realizada nos vasos apresentou 85% de germinação média, sendo 75% no substrato SU, 95% no substrato SA e 85% no substrato S.

O lote de sementes da espécie *B. dracunculifolia* apresentou 51% de germinação em estufa BOD, 49,71% de pureza e 10,89% de umidade. A semeadura realizada nos vasos apresentou 49,71% de germinação média, sendo 31,33% no substrato SU, 81,16% do substrato SA e 36,66% no substrato S.

O lote de sementes da espécie *S. lycocarpum* apresentou 47,50% de germinação em estufa BOD, 98,83% de pureza e 12,58% de umidade. A semeadura realizada nos vasos apresentou 56,60% de germinação média, sendo 50% no substrato SU, 65% no substrato SA e 55% no substrato S.

A análise de regressão não mostrou interação significativa do substrato ao longo do tempo para as espécies *S. paniculatum* e *S. lycocarpum* em todas variáveis morfológicas. As médias das variáveis altura, diâmetro e RAD onde não houve interação significativa ao longo do tempo estão apresentadas na tabela 3.

O substrato SU foi superior para todas variáveis (altura, diâmetro e RAD) para as espécies *V. polyanthes*, *S. paniculatum* e *S. lycocarpum*. A espécie *S. paniculatum* demonstrou uma variação nos três substratos para a variável diâmetro, sendo o SU com a maior média e o substrato S com a menor (TABELA 3).

Tabela 3 - Parâmetros de crescimento avaliados para as espécies *V. polyanthes*, *S. paniculatum* e *S. lycocarpum* em diferentes substratos (médias das avaliações ao longo do tempo).

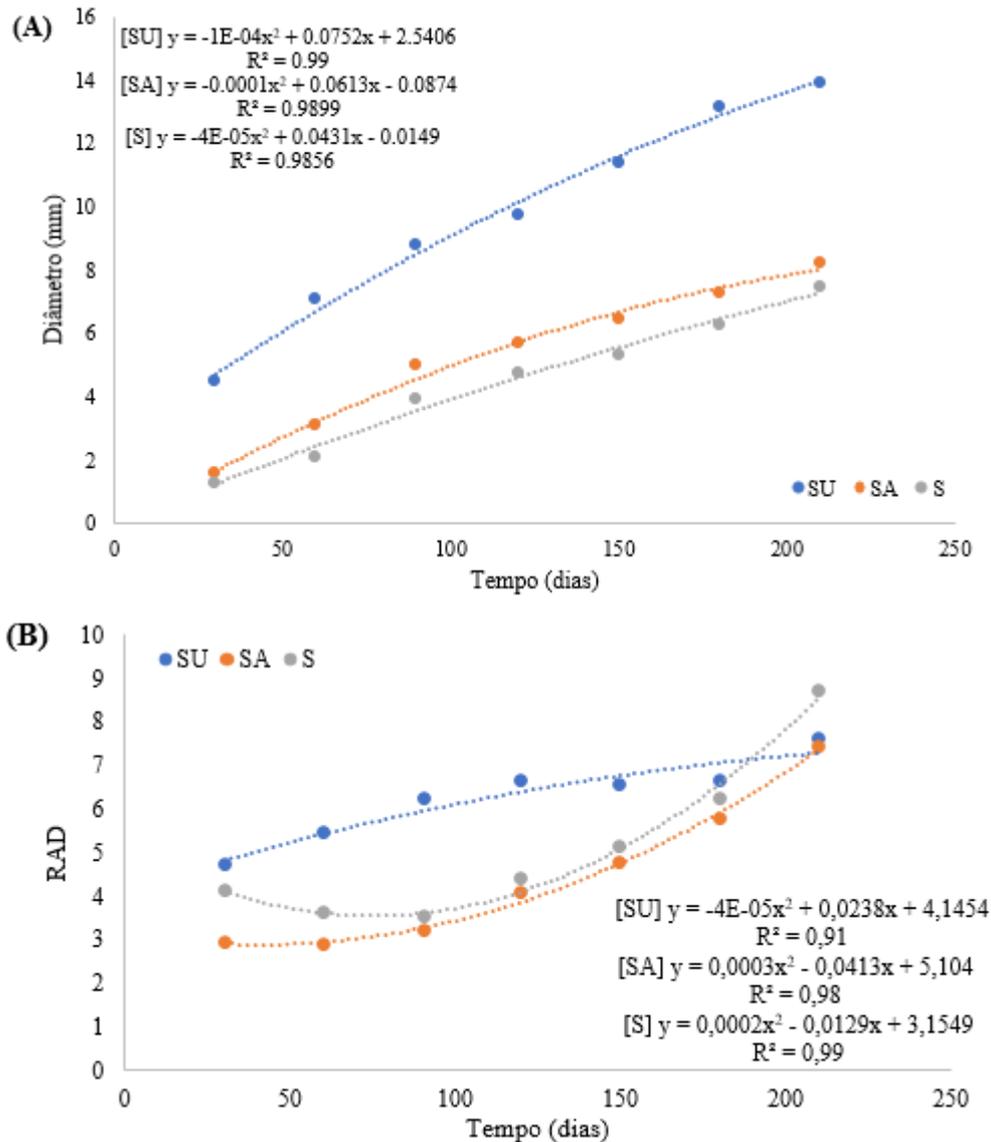
| | Substrato | Altura | Diâmetro | RAD |
|-----------------------|-----------|----------|----------|--------|
| <i>V. polyanthes</i> | SU | 61,75 a* | - | - |
| | SA | 27,69 b | - | - |
| | S | 25,76 b | - | - |
| <i>S. paniculatum</i> | SU | 42,61 a | 11,86 a | 3,29 a |
| | SA | 25,62 b | 9,52 b | 2,75 b |
| | S | 22,38 b | 7,89 c | 2,45 b |
| <i>S. lycocarpum</i> | SU | 32,06 a | 10,22 a | 2,87 a |
| | SA | 19,17 b | 7,85 b | 2,24 b |
| | S | 16,71 b | 6,76 b | 2,38 b |

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2023).

A espécie *V. polyanthes* demonstrou interação para as variáveis diâmetro e RAD ao longo do tempo. A espécie *B. dracunculifolia* apresentou interação nas três variáveis analisadas (altura, diâmetro e RAD.) As interações identificadas nas espécies *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* estão apresentadas nas figuras 1 e 2.

A espécie *V. polyanthes* apresentou maior diâmetro no substrato SU. A RAD indicou uma melhor distribuição do crescimento da parte aérea e do sistema radicular ao longo do tempo para o substrato SU, entretanto o substrato SA apesar de seguir uma relação curvilínea, ao final da avaliação atingiu valor semelhante ao substrato SU (FIGURA 1). O substrato S demonstrou a maior média, sendo assim, o que mais demonstra uma proporção mais discrepante da altura em relação ao diâmetro da planta.

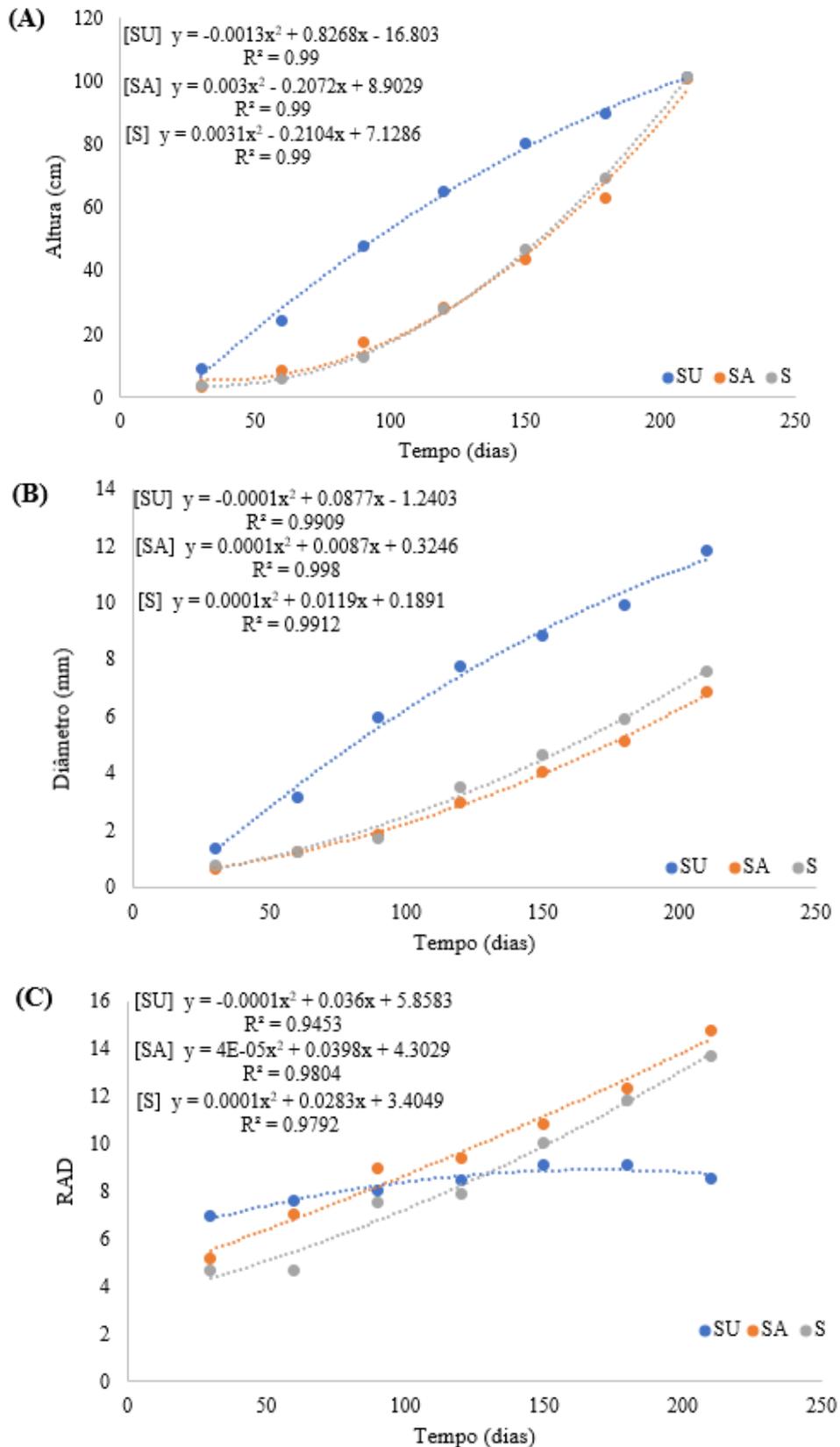
Figura 1 - (A) Diâmetro do coleto e (B) Relação altura/diâmetro do coleto (RAD) da espécie *V. polyanthes* em diferentes substratos.



Fonte: Do autor (2023).

A espécie *B. dracunculifolia* apresentou maiores valores na variável altura ao longo das medições no substrato SU, entretanto ao final das avaliações as plantas produzidas nos três substratos se igualaram estatisticamente nessa variável (FIGURA 2). O diâmetro das plantas foi superior no substrato SU em relação aos demais, o que demonstra uma proporção mais homogênea no crescimento da planta nesse substrato demonstrada pela curva apresentada na RAD.

Figura 2 - (A) Altura da parte aérea, (B) Diâmetro do coleto e (C) Relação altura/diâmetro do coleto (RAD) da espécie *B. dracunculifolia* em diferentes substratos.



Fonte: Do autor (2023).

As espécies *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* apresentaram maiores médias no substrato SU para as variáveis MSPA, MSR, MST e IQD, não demonstrando diferença estatística entre os substratos na variável RPAR (TABELA 4). A espécie *S. paniculatum* apresentou melhor média no substrato SU para as variáveis MSPA, MSR, MST e IQD, enquanto a variável RPAR apresentou maior média no substrato SA. A espécie *S. lycocarpum* apresentou diferenças entre os substratos apenas para a variável IQD sendo o substrato SA o que se destacou.

Tabela 4 - Avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação MSPA/MSR (RPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) para as espécies *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum* aos 9 meses após a semeadura.

| | Substrato | <i>V. polyanthes</i> | <i>S. paniculatum</i> | <i>B. dracunculifolia</i> | <i>S. lycocarpum</i> |
|------|-----------|----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| MSPA | SU | 52,92 a | 54,74 a | 41,13 a | 31,38 a |
| | SA | 19,85 b | 40,13 ab | 17,56 b | 11,97 a |
| | S | 14,99 b | 14,18 b | 19,67 b | 16,88 a |
| MSR | SU | 33,55 a | 50,26 a | 9,86 a | 29,88 a |
| | SA | 14,78 b | 29,66 b | 6,56 ab | 20,48 a |
| | S | 14,69 b | 20,50 b | 5,17 b | 17,62 a |
| MST | SU | 86,47 a | 105,01 a | 50,99 a | 61,26 a |
| | SA | 34,63 b | 69,79 ab | 24,13 b | 32,46 a |
| | S | 29,69 b | 34,68 b | 24,84 b | 34,50 a |
| RPAR | SU | 1,57 a | 1,07 ab | 4,52 a | 0,97 a |
| | SA | 1,50 a | 1,26 a | 2,84 a | 0,55 a |
| | S | 1,11 a | 0,66 b | 4,05 a | 0,93 a |
| IQD | SU | 7,60 a | 16,96 a | 1,51 a | 14,95 ab |
| | SA | 3,24 b | 11,22 b | 0,61 b | 19,31 a |
| | S | 3,43 b | 13,48 ab | 0,49 b | 10,87 b |

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2023).

Os valores das variáveis altura, diâmetro e relação da altura diâmetro (RAD) atingidos pelas plantas aos 9 meses de semeadura são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros de crescimento avaliados aos 9 meses de semeadura.

| | Substrato | V. <i>polyanthes</i> | S. <i>paniculatum</i> | B. <i>dracunculifolia</i> | S. <i>lyocarpum</i> |
|----------|-----------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| Altura | SU | 105,60 | 91,06 | 101,08 | 68,38 |
| | SA | 63,40 | 92,16 | 100,76 | 45,00 |
| | S | 65,62 | 48,76 | 101,46 | 37,14 |
| Diâmetro | SU | 13,92 | 15,60 | 11,82 | 15,42 |
| | SA | 8,20 | 15,72 | 6,84 | 13,43 |
| | S | 7,44 | 11,40 | 7,56 | 10,38 |
| RAD | SU | 7,60 | 5,85 | 8,55 | 4,28 |
| | SA | 7,41 | 5,35 | 14,80 | 3,14 |
| | S | 8,72 | 4,09 | 13,70 | 3,56 |

Fonte: Do autor (2023).

A espécie *S. lycocarpum* atingiu menores valores de altura em todos substratos quando comparados as outras espécies, sendo observado que a planta possui caule volumoso e características tortuosas. A espécie da mesma família, *S. paniculatum* apesar de não apresentar o caule tortuoso no início do crescimento como a *S. lycocarpum* também apresenta um diâmetro semelhante.

As espécies *S. paniculatum* e *S. lycocarpum* apresentaram raízes mais grossas em relação as outras espécies, também possuem folhas largas, apresentando um crescimento inicial das folhas e posteriormente do caule, diferente das espécies *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* que se desenvolvem em altura desde a fase de plântula. A espécie *B. dracunculifolia* apresentou raízes finas e leves ao final do experimento, assim como folhas pequenas e mais sensíveis. A espécie *S. lycocarpum* aos 8 meses de avaliação apresentou floração.

DISCUSSÃO

A espécie *S. paniculatum* demonstrou um elevado índice de germinação em laboratório e na semeadura em vasos. As espécies *S. lycocarpum* e *B. dracunculifolia* demonstraram uma germinação de aproximadamente 50% das sementes utilizadas, tanto em laboratório quanto nos vasos. A espécie *V. polyanthes* apresentou uma germinação nos vasos bem abaixo do esperado em relação ao resultado obtido em laboratório, resultando em germinação de apenas 10% do valor esperado. Esse comportamento evidencia a importância do conhecimento do comportamento das sementes das diferentes espécies, indicando, neste caso, a necessidade de uma maior quantidade de sementes para obtenção de um número de plantas adequado de *V. Polyantes*, para o lote de sementes estudado. Novos estudos devem ser realizados com outros

lotes de sementes destas espécies para confirmar se o comportamento é característico das mesmas.

Quando houve diferença estatística entre os substratos, o substrato SU apresentou maiores médias na maioria das variáveis. Esses valores eram esperados uma vez que o substrato apresentava características desejáveis, como a aeração, materiais orgânicos e adubo em sua composição, proporcionando melhores condições de desenvolvimento das plantas (MOREIRA et al., 2022; BRAULIO et al., 2019) e por essa razão são utilizados para produção de mudas.

Para proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas o solo deve conter disponibilidade de água, aeração, pH balanceado, salinidade adequada, capacidade de fornecer nutrientes, entre outros atributos (MOREIRA et al., 2022; ATTA et al., 2015), entretanto, na maioria dos casos os solos das áreas consideradas degradadas não possuem tais características, dificultando sua recuperação. Os resultados evidenciam que, para se obter os melhores resultados com as espécies estudadas, o profissional deve se atentar em trabalhar as condições físicas e químicas do solo, por meio do preparo e adubação do solo, reafirmando a questão da fertilização do solo como uma ferramenta de gestão potencial para aliviar o impacto negativo das áreas degradadas nas espécies florestais (PONTON et al., 2019).

Evidenciou-se uma maior MSR no substrato SU para as espécies *V. polyanthes*, *S. paniculatum* e *B. dracunculifolia*, entretanto, não foi evidenciada tal diferença para a espécie *S. lycocarpum*. Essa espécie demonstrou melhor IQD para o substrato SA e não demonstrou diferença nas outras variáveis de biomassa, podendo ser um indicativo de que essa espécie tem raízes mais robustas, conseguindo penetrar em solos mais compactados. Essa é uma característica importante para a escolha dessa espécie para o início da restauração, pois a agregação do solo pode ser alterada por influências biológicas, como biomassa e atividade microbiana do solo, bem como características de espécies florestais (KEMNER, et al., 2021). Mudanças na agregação do solo ao longo do tempo podem ser um indicador importante da saúde do solo, com uma grande variedade de tamanhos de poros (micro e macroporos), as trocas de ar e água são facilitadas mais rapidamente e as raízes das plantas penetram mais facilmente no perfil do solo (KEMNER, et al., 2021).

A espécie *S. lycocarpum* apesar de não apresentar um crescimento em altura como as outras espécies apresentou caule retorcido com folhas largas, podendo propiciar um sombreamento maior. Aos 8 meses de semeadura nos vasos em casa de vegetação apresentou floração, demonstrando seu alto potencial de reprodução. Essa característica é importante para a escolha da espécie para o início da restauração florestal, uma vez que a intenção é colonizar a área com espécies nativas, criando um microclima para o desenvolvimento de espécies mais

exigentes. Essa floração irá proporcionar também o aparecimento de polinizadores e consequentemente o favorecimento de outras espécies vegetais e animais (ORNAI, et al., 2020).

A espécie *S. paniculatum* atingiu o maior valor de MSR e foi a única espécie a demonstrar diferença entre os substratos para a variável RPAR, sendo menor para o substrato S. Esse pode ser um indicativo de que a dimensão do vaso já estava pequena para o desenvolvimento das raízes, uma vez que o substrato S foi o que menos propiciou um desenvolvimento das raízes em comparação aos demais e, portanto, alcançou a proporção mais homogênea entre a MSPA e a MSR.

A espécie *B. dracunculifolia* apresentou os menores valores de MSR indicando que a espécie exige condições de solo mais favoráveis para seu desenvolvimento, diferente da espécie *S. paniculatum* que alcançou os maiores valores de MSR, possuindo também maiores valores na MSPA e MST, detendo uma quantidade maior de biomassa. Analisar essas características é importante para a escolha adequada das espécies de acordo com o objetivo do plantio.

As plantas da espécie *B. dracunculifolia* ao final das avaliações apresentaram altura semelhante nos três substratos avaliados. Esse pode ser um indicativo de que as melhores condições do substrato proporcionaram um crescimento inicial mais rápido, porém aos 9 meses de semeadura todos os substratos foram capazes de oferecer as mesmas condições para o crescimento das plantas.

O substrato SU para as espécies *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* na variável RAD, proporcionou um crescimento em altura e diâmetro proporcional ao longo do tempo. Nos substratos SA e S houve um aumento contínuo na relação altura diâmetro ao longo do tempo, podendo ser um indicativo que a menor quantidade de matéria orgânica proporcionou crescimento em altura, porém o caule não se desenvolveu na mesma proporção (BRAULIO et al., 2019; KREFTA et al., 2017). Na mesma variável para a espécie *V. polyanthes*, ainda foi possível observar que apesar do substrato SA demonstrar um crescimento destoante em altura e diâmetro ao longo do tempo, ao final a RAD atingiu um valor semelhante ao substrato SU, evidenciando que apesar das condições de solo não serem ideais a adubação favoreceu o crescimento em diâmetro da planta, diferente do observado no substrato S onde o maior valor dessa relação foi encontrado.

Considerando a variável diâmetro para a espécie *S. paniculatum* houve diferença entre os três substratos, sendo o maior crescimento obtido no substrato SU, seguido pelo SA e S. O menor valor alcançado pelo substrato S é um indicativo de que o substrato influencia principalmente no desenvolvimento do diâmetro do caule da planta. A adubação pode ser um fator determinante para desenvolvimento da planta, pois o diâmetro do coleto oferece maior

chance de sobrevivência e crescimento em campo, porque limita a suscetibilidade ao estresse do plantio, melhorando a absorção e o transporte de água para a folhagem (GROSSNICKLE; MACDONALD, 2018).

As espécies *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* são muito utilizadas para fins medicinais e produção apícola (ALVES et al., 2015; BRANDENBURG et al., 2020; BONIN et al., 2020; MINATELI et al., 2017; RODRIGUES et al., 2020; RODRIGUES et al., 2016) e, segundo IBAMA (2021) as sementes dessas espécies arbustivas nativas também são boa opção para compor o mix de adubação verde.

A escolha de espécies com potencial de se desenvolverem em áreas desfavoráveis é um fator crucial para o sucesso do projeto, pois a melhor condição do solo não é facilmente encontrada (MOREIRA et al., 2022). Mesmo em condições de solo totalmente diferentes, as quatro espécies conseguiram demonstrar seu potencial para serem utilizadas no início da restauração florestal, uma vez que se desenvolvem em solos desfavoráveis.

CONCLUSÃO

As quatro espécies estudadas têm potencial de se desenvolverem em solos em condições naturais, entretanto, a adubação demonstrou ser um fator importante para o melhor desenvolvimento das plantas, principalmente no crescimento do diâmetro do coleto, que é uma variável importante para o estabelecimento das plantas em campo.

As espécies *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* são espécies ruderais que atraem insetos polinizadores, conseqüentemente a fauna, sendo interessantes para serem utilizadas no início da restauração florestal.

As espécies *S. paniculatum* e *S. lycocarpum* possuem raízes vigorosas e caule vigoroso. Essas características são favoráveis para a sobrevivência das espécies, podendo ser utilizadas em áreas com condições de campo desfavoráveis.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, L. H. S; CASSINO, P.C.R.; PREZOTO, F. Effects of abiotic factors on the foraging activity of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 in inflorescences of *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). *Acta Scientiarum Animal Sciences*. v. 37, n. 4, pp. 405-409, 2015. Disponível

em: <<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i4.27463>>.

ALVES, V.; NEVES, L. Anatomia foliar de *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). **Revista Universitária Rural**, Série Ciências da Vida. p 1-8, v. 22 ed 2, 2003.

ANDRADE, L.M.F. **Estabelecimento e crescimento de espécies florestais nativas sobre rejeito de mineração na bacia do rio doce**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/42145>>.

ARNHOLD E. **Analysis of Variance and Other Important Complementary Analyses**. R package version 8.0, 2022. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/easyanova/easyanova.pdf>>.

ATTA, H.; AREF, I.; AHMED, A. Evaluation of growth and gas exchange response of *Acacia ehrenbergiana* Hayne seedlings to variations in seed mass. **Pakistan Journal of Botany**. v. 47, ed. 2, p. 685-90, 2015.

BRAULIO, C.S.; NÓBREGA, R.S.A.; MOREIRA, F.M.; ANJOS, A.S.J.C.; SILVA, J.J.; ROCA BADO, J.M.A. Growth response of *Bauhinia variegata* L. to inoculation and organic fertilization. **Revista Árvore**. 2019; 41(1): e-430104. Disponível em:< doi:10.1590/1806-90882019000100004>.

BRANDENBURG, M.M.; ROCHA, F.G.; PAWLOSKI, P.L.; SOLEY, B. S.; ROCKENBACH, A.; SCHARF, D.R.; HEIDEN, G.; ASCARI, J.; CABRINI, D.A.; OTUKI, M.F. *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae) essential oil displays anti-inflammatory activity in models of skin inflammation. **Journal Ethnopharmacol**. v. 259, n. 112840, 2020. Disponível em:< 10.1016/j.jep.2020.112840>.

BONIN, E.; CARVALHO, V.M.; AVILA, D.C.A.; SANTOS, N.C.A.; ZANQUETA, E.B.; LANCHERO, C.A.C.; PREVIDELLI, I.T.S.; NAKAMURA, T.U.; ABREU FILHO, B.A.; PRADO I.N. *Baccharis dracunculifolia*: Chemical constituents, cytotoxicity and antimicrobial activity. **LWT - Food Science and Technology**, 120, pp. 1-10, 2020. Disponível em:< 10.1016/j.lwt.2019.108920>.

GOMES JUNIOR, G. A.; PEREIRA, R. A.; SANTOS, D. J.; SODRÉ, G.A.; GROSS, E. Substrate and quality mangosteen seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]. v. 41, n. 3, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-29452019135>>.

GOMES, V.; FERNANDES, G. W. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae). **Acta Botanica Basilica**, v.16, n.4, p. 421-427, 2002.

GROSSNICKLE, S.C.; MACDONALD, J.E. Qualidade de Mudas: História, Aplicação e Atributos da Planta. **Florestas**. v. 9, n. 5, p. 283, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.3390/f9050283>>.

HATTORI, E.; NAKAJIMA, J. A família Asteraceae na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**. v 38, ed 2, p. 165-214, 2011.

IBAMA. **Em dia com a natureza**: manual para projetos de recuperação nativa. Brasília, 2021. 107 p.

KEMNER, J.E.; ADAMS, M.B.; MCDONALD, L.M.; PETERJOHN, W.T.; KELLY, C.N. Fertilização e influência de espécies de árvores em agregados estáveis em solo florestal. **Florestas**. v. 12, n. 39, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/f12010039>>.

KISSMANN KG, GROTH D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. 2ª ed. São Paulo: BASF; 1999.

KREFTA, M.S.; BRUN, E.J.; FACCHI, S.P.; SANTOS, L.M.; KLEIN, D.R.; KREFTA, S.C.; ET AL. Initial development of seedlings of *Bauhinia variegata* LAND *Ceiba speciosa* (AStHil.) Ravenna under substrates based on poultry litter. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**. v. 16, p.99-106, 2017.

LORENZI H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum, Nova Odessa, v. 2, 384p, 1998.

MINATELI, M.M.; DEL-VECHIO-VIEIRA, G.; YAMAMOTO, C.H.; ARAÚJO, A.L.S.; RODARTE, M.P.; ALVES, M.S.; SOUZA, O.V. Phytochemical contents and biological properties of *Vernonia polyanthes* less. **International journal of pharmaceutical sciences and research**. v. 8; ed. 3; p. 1427-1436, 2017. Disponível em: < 10.13040/IJPSR.0975-8232.8(3).1427-36 >.

MOREIRA, F.M.; BRAULIO, C.S.; ANJOS, A.S.J.C.; SILVA, J.J.; ROCABADO, J.M.A.; NÓBREGA, R.S.A. SEED EMERGENCE AND DEVELOPMENT OF *Caesalpinia pulcherrima* L. SW. AND *Cassia grandis* L. F. IN ORGANIC SUBSTRATES. **Revista Árvore**. v. 46, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000034>>.

MUELLER-DOMBOIS, H.; ELLENBERG, D. **Aims and methods of vegetation ecology**. Wiley, New York, 1974.

NEWBOLD, T., HUDSON, L., HILL, S. ET AL. Efeitos globais do uso da terra na biodiversidade terrestre local. **Natureza**. 520, p. 45–50, 2015. Disponível em: <<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1038/nature14324>>.

OLIVEIRA, K.S.; OLIVEIRA, K.S.; ALOUFA, M.A.I. Influência de substratos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em condições de casa de vegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.36, n.6, p.1073-1078, 2012.

ORNAI, A.; NE'EMAN, G.; KEASAR, T. Management of forest fire buffer zones: Implications for flowering plants and bees. **Forest Ecology and Management**. v 473, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118310> >.

PONTON, S. BORNOT, Y. BRÉDA, N. Soil fertilization transiently increases radial growth in sessile oaks but does not change their resilience to severe soil water deficit. **Forest Ecology and Management**. v. 432, p. 923-931, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.027>>.

PÖTZELSBERGER, E.; SPIECKER, H.; NEOPHYTOU, C.; MOHREN, F.; GAZDA, A.; HASENAUER, H. O cultivo de árvores não nativas nas florestas europeias traz benefícios e

oportunidades, mas também tem seus riscos e limites. **Current Forestry Reports**. 6, p. 339–353 (2020). Disponível em: <<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s40725-020-00129-0>>.

R CORE TEAM (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>.

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia; UFRRJ, 108 p., 2017.

RODRIGUES, D.M.; SOUZA, M.C.; ARRUDA, C.; PEREIRA, R.A.S.; BASTOS, J.K. The Role of *Baccharis dracunculifolia* and its Chemical Profile on Green Propolis Production by *Apis mellífera*. **Journal of Chemical Ecology** 46, p. 150–162, 2020. Disponível em: <<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10886-019-01141-w>>.

RODRIGUES, K.C.M.; CHIBLI, L.A.; SANTOS, B.C.S.; TEMPONI, V.S.; PINTO, N.C.C.; SCIO, E.; DEL-VECHIO-VIEIRA, G.; ALVES, M.S.; SOUSA, O.V. Evidence of bioactive compounds from *Vernonia polyanthes* leaves with topical anti-inflammatory potential. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 17; ed.12; p. 1929; 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijms17121929>>.

SILVA, A. P. M.; SCHWEIZER, D.; MARQUES, R. H.; TEIXEIRA, A. M. C.; SANTOS, T. V. M. N.; SAMBUICHI, R. H.R.; BADARI, C.G.; GAUDARE, U.; BRANCALION, P.H.S. **A atual produção e infraestrutura de mudas de árvores nativas podem atender a uma crescente demanda de restauração florestal no Brasil?** *Restoration Ecology*. 25, p. 509 – 515, 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez26.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/rec.12470#>>.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER). **International principles and standards for the practice of ecological restoration**. Second edition. 102 p., 2019.

TTAC. Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) entre União/Estados de MG e ES/Samarco/Vale/BHP. 137p. 2016.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **Restauração Ecológica no Brasil: Desafios e Oportunidades. Relatório**, BR 91p., 2017. Disponível em: <https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/restauracao_ecologica_1.pdf>.

CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS NATIVAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS E VOLUMES DE TUBETES

RESUMO

Objetivou-se estudar o processo de produção de mudas das espécies *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum*. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e 24 plantas por parcela, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 2. Foram avaliados três substratos, compostos por substrato comercial (Maxfertil), fibra de coco, casca de arroz carbonizada, esterco bovino e adubo Osmocote em diferentes proporções, dispostos em dois volumes de tubetes (55 cm³) e (110 cm³). A qualidade e o crescimento das mudas foram avaliados por meio das variáveis altura e diâmetro do coleto aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura e, aos 120 dias, avaliou-se a massa seca das mudas. Mudas das quatro espécies estudadas podem ser produzidas em viveiro, utilizando qualquer dos substratos e tubetes estudados para *S. Paniculatum*, enquanto recomenda-se o substrato 3 para *V. polyanthes* e *B. dracunculifolia* e o substrato 1 para a espécie *S. lycocarpum* devido aos maiores valores alcançados. As espécies demonstraram relevância para serem utilizadas na restauração florestal devido seu rápido crescimento e vigor de seus indivíduos.

Palavras-chave: *Vernonia polyanthes*. *Solanum paniculatum*. *Baccharis dracunculifolia*. *Solanum lycocarpum*.

ABSTRACT

The objective was to study the production process of seedlings of the species *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* and *Solanum lycocarpum*. The experimental design was in randomized blocks with four replications and 24 plants per plot, with treatments arranged in a 3 x 2 factorial scheme. Three substrates were evaluated, consisting of commercial substrate (Maxfertil), coconut fiber, carbonized rice husk, cattle manure and Osmocote fertilizer in different proportions, arranged in two volumes of tubes (55 cm³ and (110 cm³). The quality and growth of the seedlings were evaluated using the variables height and stem diameter at 60, 90 and 120 days after sowing and, at 120 days, the dry mass of the seedlings was evaluated. Seedlings of the four species studied can be produced in a nursery, using any of the substrates and tubes studied for *S. Paniculatum*, while substrate 3 is recommended for *V. polyanthes* and *B. dracunculifolia* and substrate 1 for the species *S. lycocarpum* due to the larger achieved values. The species showed relevance to be used in forest restoration due to their rapid growth and vigor of their individuals.

Keywords: *Vernonia polyanthes*. *Solanum paniculatum*. *Baccharis dracunculifolia*. *Solanum lycocarpum*. Seedling production.

INTRODUÇÃO

A exploração não sustentável das florestas tem alavancado a fragmentação e a perda dos habitats, gerando graves impactos sobre a biodiversidade, como a elevação do número de espécies em extinção e aceleração das mudanças climáticas (PAIVA et al., 2019). A recuperação dessas áreas é um tema relevante para estabelecer o meio ambiente ecologicamente equilibrado, expresso na Constituição Federal (BRASIL, 1988). Considerando a relevância da recuperação dessas áreas degradadas, a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou a Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas 2021-2030, visando estimular lideranças políticas, do setor privado e da sociedade civil a praticarem ações para restaurar os 170 milhões de hectares de áreas degradadas no mundo (ONU, 2019).

A restauração de terras anteriormente florestadas requer a aplicação de práticas silviculturais para garantir o estabelecimento bem-sucedido do povoamento (GROSSNICKLE; EL-KASSABY, 2016). A técnica de restauração mais utilizada no Brasil é a regeneração artificial por meio do plantio de mudas e um dos principais problemas encontrados na formação dos povoamentos visando à restauração florestal é a qualidade das mudas que juntamente com os fatores ambientais e as técnicas silviculturais, são importantes para a redução do tempo e do custo do projeto de restauração (LIMA FILHO et al., 2019). Levando em consideração a biodiversidade encontrada nos biomas brasileiros, investir na produção de uma grande diversidade de espécies arbóreas nativas, para as quais as informações sobre a viabilidade das sementes, coleta e produção de mudas são escassas, é onerosa (NUNES et al., 2016; SILVA et al., 2016).

Um dos grandes obstáculos ao desenvolvimento das mudas plantadas, ou mesmo nos processos de semeadura direta, é a competição das plantas herbáceas já estabelecidas nas áreas, particularmente as gramíneas exóticas. O alto custo e as dificuldades operacionais de controle de competição levaram à ampliação do uso de espécies de adubação verde para auxiliar no controle dessas espécies. Essa dificuldade acaba fazendo com que espécies exóticas sejam utilizadas no início da restauração florestal para combater as gramíneas invasoras encontradas em muitas áreas degradadas (SILVA et al., 2016). Em função disso, encontrar espécies nativas com potencial de sombreamento, competição com as gramíneas e rapidez no processo de produção de mudas é primordial para ofertar segurança para a demanda exigida na restauração ecológica.

Durante o processo de produção de mudas, diferentes espécies podem reagir de maneiras

diversas à composição do substrato e, apresentar alterações no crescimento quando plantadas em diferentes recipientes, como tubetes com diferentes volumes (DUARTE, 2016). Tais variáveis podem facilitar ou dificultar a produção das mudas em viveiro.

Os tubetes são utilizados na produção de mudas florestais, por possuírem diferentes volumes, serem reutilizáveis, leves, de fácil manuseio, utilizarem menor quantidade de substrato, proporcionarem facilidade para o transporte no campo e proporcionarem uma boa formação do sistema radicular (CABREIRA et al., 2021; FREITAS et al., 2018; PIAS et al., 2015). Por outro lado, a sua utilização diminui o espaço necessário para a produção e, consequentemente, o volume de substrato, podendo acarretar deficiência nutricional das mudas se não manejado corretamente, podendo ser agravada pelas irrigações recorrentes, levando à eventual lixiviação dos nutrientes (CABREIRA et al., 2021), portanto, a escolha do substrato é essencial para garantir a qualidade e o crescimento das mudas.

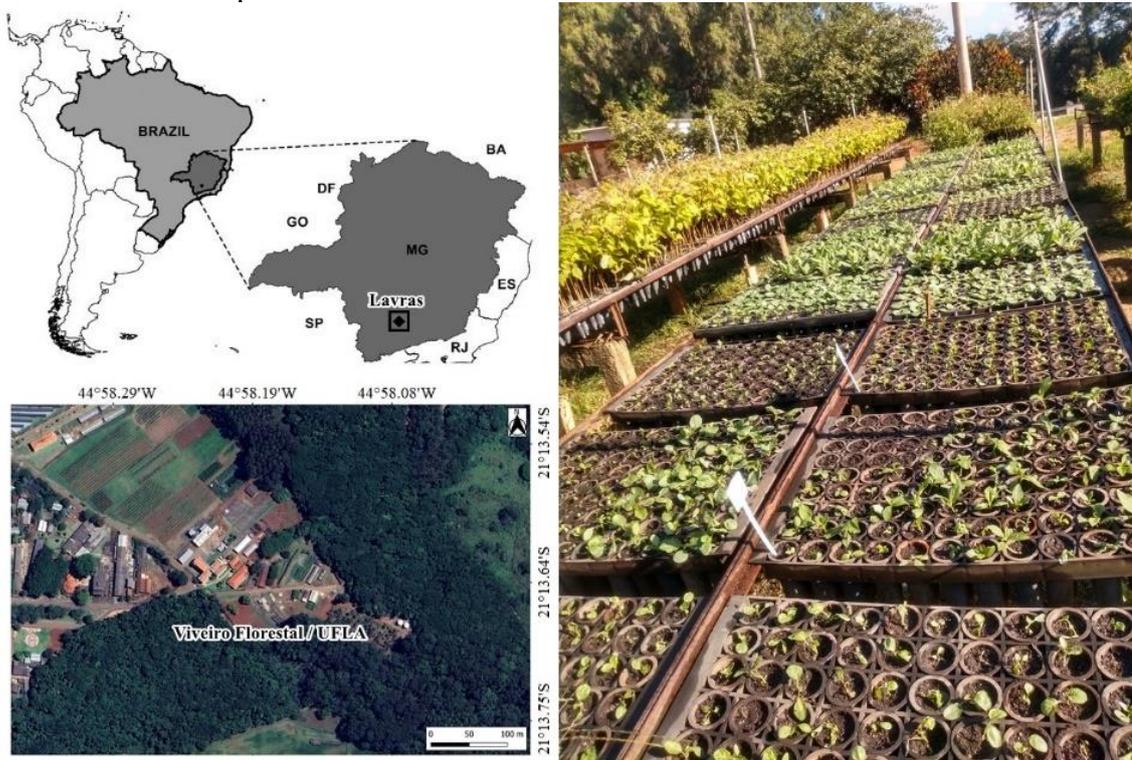
Na produção de mudas de espécies nativas é comum a utilização de substrato comercial acrescido de materiais disponíveis em cada região de cultivo, como a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco, pois diminuem os custos com o substrato e podem proporcionar benefícios ao desenvolvimento de mudas (GASPARIN et al., 2014).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade e o crescimento de mudas das espécies arbustivas nativas *Vernonia polyanthes* Less. (assa-peixe), *Solanum paniculatum* (jurubeba), *Baccharis dracunculifolia* (alecrim do campo) e *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira), em diferentes composições de substrato e volumes de tubetes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos, um para cada espécie (*Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum*), foram conduzidos no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA) localizada no município de Lavras - MG, nas coordenadas 21°13'S e 44°58'W, com 913 metros de altitude (FIGURA 1). O clima da região é do tipo Cwb, caracterizando-se como temperado úmido com inverno seco e verão temperado (ALVARES et al., 2013).

Figura 1 - Mapa de localização do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, onde foi desenvolvido o experimento e canteiros com os testes instalados.



Fonte: Do autor (2023).

Para todos os experimentos, o delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e 24 plantas por parcela, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 2. Foram avaliadas três composições de substratos, onde foi acrescentado 3 kg m⁻³ do adubo Osmocote Plus 15-9-12 de 8 meses de liberação lenta em cada um dos substratos (TABELA 1), em dois volumes de tubetes: 55 cm³ e 110 cm³, distribuídos em bandejas para produção das mudas que se desenvolveram a pleno sol, com irrigação automática 5 (cinco) vezes ao dia.

Tabela 1 - Proporção (%) volumétrica dos componentes utilizados para a formulação dos substratos utilizados na produção das mudas de *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum*.

| Composição/ Substrato | SC (%) | FC (%) | CA (%) | EB (%) |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 50 | 30 | 20 | 0 |
| 2 | 35 | 30 | 20 | 15 |
| 3 | 20 | 30 | 20 | 30 |

SC: Substrato comercial (Maxfertil); FC: Fibra de coco; CA: Casca de arroz carbonizada; EB: Esterco bovino curtido. Fonte: Do autor (2023).

As sementes utilizadas na produção das mudas foram provenientes de matrizes

localizadas nos municípios de Lavras e Ijaci – MG, sendo coletadas, beneficiadas e levadas ao Laboratório de Sementes Florestais da UFLA, onde foram realizadas a caracterização dos lotes por meio das análises de pureza e umidade e realizado o teste de germinação em estufa BOD.

Posteriormente, foram semeadas diretamente nos tubetes, colocando-se duas sementes de *S. paniculatum* e quatro sementes de *S. lycocarpum* por tubete e, para semeadura de *V. polyanthes* e *B. Dracunculifolia*, devido ao tamanho das sementes, foram utilizados aproximadamente 0,034g e 0,056g, respectivamente, em cada tubete. Após o semeio, as sementes foram cobertas por uma fina camada de substrato comercial para evitar que fossem levadas pelo vento. A semeadura ocorreu em março de 2022 e, após 20 dias de semeadura foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por tubete.

A qualidade e o crescimento das mudas foram avaliados por meio das variáveis altura (H), mensurada por régua e diâmetro do coleto (DC), mensurado com paquímetro digital, aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura. Aos 120 dias realizou-se a massa seca das mudas.

A determinação da massa seca foi realizada utilizando-se quatro mudas por parcela, sendo definidas aquelas com dimensões mais próximas da média. Foram separadas a parte aérea e o sistema radicular, e as partes foram acondicionadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa a 65°C até atingir peso constante, no Laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal (LASERF) da UFLA. A partir dos dados coletados, calculou-se a relação da altura com diâmetro do coleto (RAD), a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca do sistema radicular (MSR), a matéria seca total (MST), a relação da MSPA com MSR (RPAR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) pela equação:

$$\text{IQD} = \frac{(\text{MST})}{(\text{RAD} + \text{RPAR})}$$

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, por meio do *software* RStudio versão 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022), aplicando o pacote *easyanova* (ARNHOLD, 2022).

RESULTADOS

As análises dos parâmetros de crescimento, biomassa e qualidade das mudas das espécies estudadas são apresentadas nas tabelas 2 a 6.

Vernonia polyanthes

As mudas de *V. polyanthes* apresentaram crescimento regular ao longo do tempo em ambos os tamanhos de tubetes e substratos.

Foi observada variação na altura em função do substrato, aos 60 dias após a semeadura, quando as mudas do tubete 110 cm³ se destacaram no substrato 3 (6,11 cm) em comparação aos demais substratos e também, na média geral do substrato 3 apresentaram maiores valores (5,14 cm). Aos 90 e 120 dias, as mudas produzidas no tubete de 110 cm³ apresentaram maiores valores de altura quando comparadas às mudas produzidas no tubete de 55 cm³ em todos os substratos, alcançando 23,22 cm e 15,78 cm, respectivamente, aos 120 dias (TABELA 2).

O diâmetro do coleto das mudas produzidas no tubete de 55 cm³ foi menor em mudas do substrato 2 aos 90 e 120 dias, enquanto no tubete de 110 cm³ não houve diferença no diâmetro entre os substratos. A relação entre a altura e o diâmetro do coleto (RAD) exibiu maiores valores aos 60 dias para o substrato 3 no tubete de 110 cm³ e na média geral dos substratos, o substrato 2 exibiu a menor média. Aos 90 e 120 dias a média do tubete de 110 cm³ apresentou maiores valores em relação ao tubete de 55 cm³, sendo que aos 90 dias o substrato 3 para o tubete de 110 cm³ continuou apresentando vantagens, todavia aos 120 dias essa vantagem não foi detectada.

Tabela 2 - Parâmetros de crescimento de mudas avaliados para a espécie *Vernonia polyanthes* em diferentes substratos e tubetes aos 60, 90 e 120 dias.

| Idade | Subs. | Altura (H) | | | Diâmetro do coleto (DC) | | | Relação H/DC (RAD) | | |
|-------|-------|--------------------|---------------------|---------|-------------------------|---------------------|--------|--------------------|---------------------|--------|
| | | Tubete | | Média | Tubete | | Média | Tubete | | Média |
| | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | |
| 60 | 1 | 4,64 Aa* | 4,54 Aab | 4,59 ab | 3,37 | 3,06 | 3,22 a | 1,22 Aa | 1,33 Aab | 1,28 a |
| | 2 | 3,02 Aa | 3,48 Ab | 3,25 b | 2,95 | 3,12 | 3,04 a | 0,95Aa | 1,00 Ab | 0,98 b |
| | 3 | 4,18 Aa | 6,11 Aa | 5,14 a | 3,17 | 3,47 | 3,32 a | 1,20 Ba | 1,60 Aa | 1,40 a |
| | Média | 3,95 A | 4,71 A | | 3,16 A | 3,22 A | | 1,12 A | 1,31 A | |
| 90 | 1 | 13,14 | 18,06 | 15,60 a | 5,38 A | 5,38 A | 5,38 a | 2,34 A | 3,14 A | 2,74 a |
| | 2 | 10,40 | 15,17 | 12,78 a | 4,90 B | 6,16 A | 5,53 a | 2,04 A | 2,50 A | 2,27 a |
| | 3 | 11,89 | 18,22 | 15,05 a | 5,12 A | 5,29 A | 5,21 a | 2,25 B | 3,27 A | 2,76 a |
| | Média | 11,81 B | 17,15 A | | 5,14 A | 5,61 A | | 2,21 B | 2,97 A | |
| 120 | 1 | 17,75 | 24,78 | 21,26 a | 6,67 A | 6,06 A | 6,37 a | 2,61 | 3,87 | 3,24 a |
| | 2 | 14,04 | 22,38 | 18,21 a | 6,06 B | 6,89 A | 6,47 a | 2,25 | 3,18 | 2,72 a |
| | 3 | 15,57 | 22,52 | 19,04 a | 6,43 A | 6,65 A | 6,54 a | 2,39 | 3,28 | 2,83 a |
| | Média | 15,78 B | 23,22 A | | 6,38 A | 6,53 A | | 2,41 B | 3,44 A | |

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas (comparação de volume do tubete), ou letras minúsculas nas colunas (comparação dos substratos), para cada variável analisada e idades, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Do autor (2023).

Solanun paniculatum

A análise de variância realizada para a *S. paniculatum* mostrou efeito significativo vantajoso para as médias das mudas produzidas no tubete de 110 cm³ em relação às mudas produzidas no tubete de 55 cm³ em todas as datas de medições da variável altura. Aos 60 dias,

o substrato 3, nessa mesma variável, apresentou maiores valores para as mudas produzidas no tubete de 110 cm³ em relação às mudas produzidas no recipiente de 55 cm³ (TABELA 3).

As mudas produzidas no tubete de 110 cm³ alcançaram valores mais altos de diâmetro de coleto e o substrato 3 para esse tamanho de tubete também se destacou em relação às mudas produzidas nos demais, aos 60 dias de semeadura. As mudas produzidas nos substratos 2 e 3 no tubete de 110 cm³ obtiveram valores maiores em relação ao tubete de 55 cm³. Aos 120 dias com o substrato 1 as mudas apresentaram menor diâmetro no tubete de 55 cm³, o que se repetiu na média geral para as mudas produzidas neste tubete.

Na relação entre a altura e o diâmetro do coleto (RAD), a média das mudas produzidas no tubete de 110 cm³ foi superior em todas as avaliações. As mudas produzidas com o substrato 3 no tubete de 55 cm³ foi inferior aos 60 dias, um valor mais baixo também foi encontrado no substrato 1 e 3 neste mesmo tamanho de tubete aos 120 dias de semeadura.

Tabela 3 - Parâmetros de crescimento de mudas avaliados para a espécie *Solanum paniculatum* em diferentes substratos e tubetes aos 60, 90 e 120 dias.

| Idade | Subs. | Altura (H) | | | Diâmetro do coleto (DC) | | | Relação H/DC (RAD) | | |
|-------|-------|--------------------|---------------------|---------|-------------------------|---------------------|--------|--------------------|---------------------|--------|
| | | Tubete | | Média | Tubete | | Média | Tubete | | Média |
| | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | |
| 60 | 1 | 1,23 A* | 1,60 A | 1,42 a | 3,40 Aa | 3,57 Ab | 3,48 a | 0,35 A | 0,42 A | 0,38 a |
| | 2 | 1,24 A | 1,49 A | 1,36 a | 3,07 Ba | 3,73 Aab | 3,40 a | 0,39A | 0,38 A | 0,39 a |
| | 3 | 1,15 B | 1,99 A | 1,57 a | 3,26 Ba | 4,08 Aa | 3,67 a | 0,33 B | 0,47 A | 0,40 a |
| | Média | 1,21 B | 1,69 A | | 3,24 B | 3,79 A | | 0,36 B | 0,42 A | |
| 90 | 1 | 6,62 | 13,80 | 15,60 a | 6,18 | 6,77 | 6,48 a | 1,05 | 2,02 | 1,53 a |
| | 2 | 7,32 | 13,51 | 12,78 a | 6,60 | 6,62 | 6,61 a | 1,10 | 2,03 | 1,57 a |
| | 3 | 7,20 | 15,00 | 15,05 a | 6,69 | 7,12 | 6,91 a | 1,07 | 2,10 | 1,59 a |
| | Média | 7,05 B | 14,10 A | | 6,49 A | 6,84 A | | 1,07 B | 2,05 A | |
| 120 | 1 | 12,17 | 21,44 | 16,80 a | 7,78 B | 8,79 A | 8,29 a | 1,54 B | 2,43 A | 1,99 a |
| | 2 | 15,05 | 19,77 | 17,41 a | 8,06 A | 8,70 A | 8,38 a | 1,86 A | 2,26 A | 2,06 a |
| | 3 | 14,26 | 19,57 | 16,91 a | 8,60 A | 8,85 A | 8,72 a | 1,65 B | 2,22 A | 1,93 a |
| | Média | 13,83 B | 20,26 A | | 8,15 B | 8,78 A | | 1,69 B | 2,30 A | |

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas (comparação de tubetes), ou letras minúsculas nas colunas (comparação de substratos), para cada variável analisada e idades, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Do autor (2023).

Bacharis dracunculifolia

A espécie *B. dracunculifolia* aos 60 e 90 dias de semeadura na variável altura apresentou maiores valores para o tubete de 110 cm³ em relação ao tubete de 55 cm³ (TABELA 4). Aos 60 dias, as mudas do substrato 3 apresentaram maior média em relação aos demais substratos, para os dois tubetes. O diâmetro do coleto aos 60 e 90 dias apresentou maiores valores para a média do tubete de 110 cm³, destacando-se nestas idades o substrato 3. A relação entre a altura e diâmetro do coleto (RAD) apresentou diferença apenas aos 60 dias na média para o substrato 3 e aos 120 dias não foi observada nenhuma diferença significativa nas médias.

Tabela 4 - Parâmetros de crescimento de mudas avaliados para a espécie *Baccharis dracunculifolia* em diferentes substratos e tubetes aos 60, 90 e 120 dias.

| Idade | Subs. | Altura (H) | | | Diâmetro do coleto (DC) | | | Relação H/DC (RAD) | | |
|-------|-------|--------------------|---------------------|---------|-------------------------|---------------------|---------|--------------------|---------------------|--------|
| | | Tubete | | Média | Tubete | | Média | Tubete | | Média |
| | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | |
| 60 | 1 | 4,56 Aa* | 4,31 Ab | 4,43 b | 2,11 Aa | 2,12 Ab | 2,12 ab | 2,05 Aa | 1,89 Ab | 1,97 b |
| | 2 | 4,27 Aa | 4,56 Ab | 4,42 b | 1,99 Ba | 2,17 Bb | 2,08 b | 2,08 Aa | 1,98 Ab | 2,03 b |
| | 3 | 4,76 Ba | 6,13 Aa | 5,44 a | 2,05 Ba | 2,42 Aa | 2,24 a | 2,23 Aa | 2,45 Aa | 2,34 a |
| | Média | 4,53 B | 5,00 A | | 2,05 B | 2,24 A | | 2,12 A | 2,10 A | |
| 90 | 1 | 11,98 A | 12,19 A | 12,08 a | 2,46 a | 2,64 ab | 2,55 ab | 4,81 | 4,59 | 4,70 a |
| | 2 | 10,68 B | 12,55 A | 11,62 a | 2,33 a | 2,56 b | 2,45 b | 4,57 | 4,86 | 4,71 a |
| | 3 | 11,50 B | 12,98 A | 12,24 a | 2,46 a | 2,80 a | 2,63 a | 4,63 | 4,61 | 4,62 a |
| | Média | 11,39 B | 12,57 A | | 2,42 B | 2,67 A | | 4,67 A | 4,69 A | |
| 120 | 1 | 20,64 | 23,23 | 21,94 a | 3,45 | 3,81 | 3,63 a | 5,95 | 6,11 | 6,03 a |
| | 2 | 19,81 | 21,38 | 20,60 a | 3,43 | 3,41 | 3,42 a | 5,78 | 6,23 | 6,01 a |
| | 3 | 20,67 | 20,71 | 20,69 a | 3,50 | 3,42 | 3,46 a | 5,89 | 6,05 | 5,97 a |
| | Média | 20,37 A | 21,78 A | | 3,46 A | 3,55 A | | 5,88 A | 6,13 A | |

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas (comparação de tubetes), ou letras minúsculas nas colunas (comparação de substratos), para cada variável analisada e idades, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Do autor (2023).

Solanun lycocarpum

As mudas da espécie *S. lycocarpum* não apresentaram diferença significativa para nenhuma das variáveis no início do crescimento, passando a ter maior desenvolvimento em altura e relação altura diâmetro a partir dos 90 dias no tubete de 110 cm³. Em relação ao substrato verificou-se, aos 90 dias, melhor desenvolvimento em altura no substrato 1 (TABELA 5).

Aos 120 dias, a média do tubete de 110 cm³ foi maior para todas as variáveis e a média geral das mudas produzidas no substrato 1 continuou apresentando maiores valores na variável altura e RAD.

Tabela 5 - Parâmetros de crescimento de mudas avaliados para a espécie *Solanum lycocarpum* em diferentes substratos e tubetes aos 60, 90 e 120 dias.

| Idade | Subs. | Altura (H) | | | Diâmetro do coleto (DC) | | | Relação H/DC (RAD) | | |
|-------|-------|--------------------|---------------------|---------|-------------------------|---------------------|--------|--------------------|---------------------|---------|
| | | Tubete | | Média | Tubete | | Média | Tubete | | Média |
| | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | |
| 60 | 1 | 2,56* | 2,59 | 2,57 a | 4,79 | 4,47 | 4,63 a | 0,52 | 0,55 | 0,54 a |
| | 2 | 2,35 | 2,55 | 2,45 a | 4,47 | 4,49 | 4,48 a | 0,52 | 0,55 | 0,54 a |
| | 3 | 2,04 | 2,60 | 2,32 a | 4,24 | 4,73 | 4,49 a | 0,47 | 0,54 | 0,51 a |
| | Média | 2,32 A | 2,58 A | | 4,50 A | 4,56 A | | 0,51 A | 0,55 A | |
| 90 | 1 | 5,30 | 6,61 | 5,96 a | 5,55 | 5,48 | 5,52 a | 0,94 B | 1,17 A | 1,05 a |
| | 2 | 4,03 | 5,13 | 4,58 b | 4,97 | 5,20 | 5,08 a | 0,81 A | 0,96 A | 0,88 a |
| | 3 | 4,45 | 5,68 | 5,06 ab | 4,96 | 5,28 | 5,12 a | 0,87 A | 1,07 A | 0,97 a |
| | Média | 4,60 B | 5,81 A | | 5,16 A | 5,32 A | | 0,87 B | 1,07 A | |
| 120 | 1 | 8,27 Ba | 11,56 Aa | 9,91 a | 6,31 A | 6,55 A | 6,43 a | 1,30 Ba | 1,76 Aa | 1,53 a |
| | 2 | 6,08 Aa | 8,22 Ab | 7,15 b | 5,85 A | 6,25 A | 6,05 a | 1,04 Aa | 1,28 Ab | 1,16 b |
| | 3 | 6,13 Ba | 10,17 Aab | 8,15 ab | 5,61 B | 6,89 A | 6,25 a | 1,06 Ba | 1,47 Aab | 1,27 ab |
| | Média | 6,83 B | 9,98 A | | 5,93 B | 6,56 A | | 1,13 B | 1,50 A | |

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas (comparação de tubetes), ou letras minúsculas nas colunas (comparação de substratos), para cada variável analisada e idades, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Do autor (2023).

Biomassa e índice de qualidade

Analisando-se o peso de matéria seca e o índice de qualidade (IQD) das mudas verificou-se que a espécie *V. polyanthes* demonstrou maiores valores no tubete de 110 cm³ para a MSPA, MSR e MST, porém na RPAR a média do tubete de 55 cm³ exibiu maiores valores. As mudas produzidas no tubete de 110 cm³ com o substrato 2 se destacaram em relação ao tubete de 55 cm³ na MSPA e MST. As mudas produzidas no substrato 2 demonstraram melhor média para a MSR e IQD (TABELA 6).

A espécie *S. paniculatum* evidenciou melhores resultados na média do tubete de 110 cm³ nas variáveis MSPA, MSR e MST e IQD, enquanto que a variável RPAR foi maior no tubete de 55 cm³.

A espécie *B. dracunculifolia* apresentou maiores valores na média do tubete de 110 cm³ para todas as variáveis, exceto RPAR onde não houve diferença estatística. As mudas produzidas no tubete de 55 cm³ utilizando o substrato 3 na MSPA, substrato 2 na MSR, substrato 1 e 2 na MST apresentaram menores valores em relação as produzidas no tubete de 110 cm³.

As mudas da espécie *S. lycocarpum* produzidas no tubete de 110 cm³ atingiram maiores valores nas variáveis MSPA, MSR, MST e IQD em relação às mudas produzidas no tubete 55 cm³ e não diferiram na variável RPAR. As mudas produzidas no tubete de 110 cm³ no substrato 1 e 3 para a MSPA e MSR demonstraram médias maiores em relação às produzidas no tubete de 55 cm³. O substrato 2 no tubete de 110 cm³ demonstrou valores mais baixos para a MSPA, MSR e MST em relação aos outros substratos no mesmo tamanho de tubete.

Tabela 6 - Avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação MSPA/MSR (RPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas das espécies *Vernonia polyanthes*, *Solanum paniculatum*, *Baccharis dracunculifolia* e *Solanum lycocarpum*, aos 120 dias.

| | Subs. | <i>V. polyanthes</i> | | | <i>S. paniculatum</i> | | | <i>B. dracunculifolia</i> | | | <i>S. lycocarpum</i> | | |
|-------------|-------|----------------------|---------------------|--------|-----------------------|---------------------|-------|---------------------------|---------------------|-------|----------------------|---------------------|-------|
| | | Tubete | | Média | Tubete | | Média | Tubete | | Média | Tubete | | Média |
| | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | | 55 cm ³ | 110 cm ³ | |
| MSPA | 1 | 3,69A* | 3,91A | 3,80a | 4,35 | 6,86 | 5,61a | 2,21B | 3,28A | 2,74a | 1,52Ba | 2,36Aa | 1,94a |
| | 2 | 2,95B | 4,53A | 3,74a | 4,77 | 6,59 | 5,68a | 2,04B | 2,97A | 2,50a | 1,39Aa | 1,81Ab | 1,60a |
| | 3 | 3,12A | 4,08A | 3,60a | 5,23 | 6,17 | 5,70a | 2,15A | 2,88A | 2,52a | 1,23Ba | 2,39Aa | 1,81a |
| | Média | 3,25B | 4,17A | | 4,78B | 6,54A | | 2,13B | 3,04A | | 1,38B | 2,18A | |
| MSR | 1 | 0,74a | 1,28b | 1,01b | 1,80 | 3,04 | 2,42a | 0,61A | 0,82A | 0,71a | 1,41Ba | 2,73Aab | 2,07a |
| | 2 | 0,96a | 2,07a | 1,52a | 2,07 | 3,01 | 2,54a | 0,52B | 0,74A | 0,63a | 1,49Aa | 2,01Ab | 1,75a |
| | 3 | 0,88a | 1,66ab | 1,27ab | 2,08 | 2,89 | 2,49a | 0,62A | 0,71A | 0,66a | 1,32Ba | 2,95Aa | 2,13a |
| | Média | 0,86B | 1,67A | | 1,98B | 2,98A | | 0,58B | 0,76A | | 1,40B | 2,56A | |
| MST | 1 | 4,44A | 5,20A | 4,82a | 6,15 | 9,90 | 8,03a | 2,82B | 4,11A | 3,46a | 2,94a | 5,09a | 4,02a |
| | 2 | 3,91B | 6,61A | 5,26a | 6,85 | 9,61 | 8,23a | 2,56B | 3,72A | 3,14a | 2,88a | 3,82b | 3,35a |
| | 3 | 4,00A | 5,75A | 4,87a | 7,32 | 9,07 | 8,19a | 2,77A | 3,60A | 3,19a | 2,55a | 5,34a | 3,94a |
| | Média | 4,12B | 5,85A | | 6,77B | 9,53A | | 2,72B | 3,81A | | 2,79B | 4,75A | |
| RPAR | 1 | 4,96 | 2,91 | 3,93a | 2,40A | 2,26A | 2,33a | 3,65 | 4,03 | 3,84a | 1,11 | 0,87 | 0,99a |
| | 2 | 5,87 | 2,16 | 4,01a | 2,30A | 2,20A | 2,25a | 3,95 | 4,00 | 3,97a | 0,94 | 0,90 | 0,92a |
| | 3 | 3,61 | 2,40 | 3,01a | 2,52A | 2,15B | 2,34a | 3,50 | 4,24 | 3,87a | 0,97 | 0,82 | 0,89a |
| | Média | 4,81A | 2,49B | | 2,41A | 2,20B | | 3,70A | 4,09A | | 1,01A | 0,86A | |
| IQD | 1 | 0,58Aa | 0,71Ba | 0,65b | 1,54b | 2,11a | 1,82a | 0,29b | 0,40a | 0,34a | 1,31a | 1,94a | 1,63a |
| | 2 | 0,70Ab | 1,21Aa | 0,95a | 1,65b | 2,16a | 1,90a | 0,26b | 0,36a | 0,31a | 1,46a | 1,75a | 1,60a |
| | 3 | 0,66Ab | 0,98ABa | 0,82ab | 1,75b | 2,09a | 1,92a | 0,29a | 0,35a | 0,32a | 1,30b | 2,36a | 1,83a |
| | Média | 0,64B | 0,97A | | 1,65B | 2,12A | | 0,28B | 0,37A | | 1,36B | 2,01A | |

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas (comparação de tubetes), ou letras minúsculas nas colunas (comparação de substratos), para cada variável analisada e idades, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Do autor (2023).

DISCUSSÃO

Nas avaliações realizadas aos 60, 90 e 120 dias para as variáveis altura e diâmetro do coleto, quando houve diferenças entre as médias, os maiores valores foram obtidos no tubete de 110 cm³ em relação ao tubete de 55 cm³ nas quatro espécies avaliadas. Segundo Brachtvogel e Malavasi (2010) tubetes maiores oferecem mais substrato, conseqüentemente, a maior disponibilidade de nutrientes ajudam a estimular seu crescimento. Portanto, os maiores valores encontrados para o tubete de 110 cm³ foram compatíveis com a maior dimensão do tubete, onde há mais substrato e espaço para o desenvolvimento das mudas, conforme encontrado em diversos trabalhos com espécies nativas (BRACHTVOGEL; MALAVASI, 2010; CUNHA et al., 2005; DANNER et al., 2007; FERREIRA et al., 2017; GASPARIN et al., 2015; MIQUELONI et al., 2013; SOUZA et al., 2005).

O uso de recipientes de pequeno volume pode causar restrição ao crescimento da planta, sendo causado principalmente por uma redução na fotossíntese por unidade de área foliar

(POORTER et al., 2012). Ferreira et al. (2017) na avaliação do efeito de seis tamanhos de recipientes no crescimento inicial das espécies florestais *Mezilaurus itauba* e *Platymiscium ulei*, revelam que os menores tamanhos não devem ser utilizados para nenhuma das espécies avaliadas. Entretanto, utilizar recipientes maiores demandam também mais espaço no viveiro e maiores gastos com substrato e, posteriormente, maior custo no transporte das mudas para o campo, sendo essencial uma melhor compreensão da composição do substrato e do efeito do tamanho do recipiente para diminuir os custos com a produção (KIM et al., 2021).

O tamanho das mudas produzidas em viveiro é um componente importante da qualidade e estabelecimento da planta para o sucesso de um projeto de recuperação florestal (OLIET et al., 2019), no entanto, embora a altura seja uma variável importante para caracterizar a qualidade das mudas, a definição da altura ideal para as mudas serem plantadas no campo ainda é controversa e depende do objetivo de plantio (SILVA et al., 2020).

As espécies *V. polyanthes*, *S. paniculatum* e *B. dracunculifolia* com 120 dias após a semeadura atingiram valores médios de H maiores que 13 cm para o tubete A e maiores que 20 cm para o tubete B, porém as mudas de *S. lycocarpum* atingiram valores menores de H, média de 6,83 cm para o tubete A e 9,98 cm para o tubete B, o que indica que a espécie precisa de mais tempo de viveiro para continuar seu crescimento em altura antes de ser levada a campo.

O padrão de qualidade de mudas é influenciado pela espécie, substratos, nutrição, irrigação, densidade e rustificação, sendo que o critério operacional adotado pela maioria dos viveiros que produzem mudas em tubetes, é que mudas aptas ao plantio são aquelas que possuem um bom sistema radicular, com raízes novas e permitindo a sua retirada do tubete sem desmanchar o torrão (DAVIDE et al., 2015). Apesar da espécie *S. lycocarpum* não alcançar valores considerados satisfatórios para H, ela possuía um bom sistema radicular e atingiu, junto a *S. paniculatum*, os maiores valores de MSR, podendo indicar que seja uma característica na família *Solanum* possuir raízes vigorosas.

Wendling e Dutra (2010) recomendam que as mudas de *Eucalyptus* possuam diâmetro mínimo de 2 mm para o plantio no campo, e, embora ainda não haja informações sobre o valor mínimo recomendado para as mudas nativas estudadas, Davide et al. (2015) recomendam que 3,0 mm poderia ser considerado como um padrão mínimo para todas as espécies florestais nativas, sendo que todas as espécies estudadas neste trabalho alcançaram esse valor nas médias dos dois tamanhos de tubete e três substratos utilizados aos 120 dias após a semeadura.

A espécie *S. paniculatum* apresentou baixo crescimento inicial na variável altura, quando de uma média de 1,21 cm e 1,69 cm para o tubete de 55 cm³ e de 110 cm³ respectivamente, aos 60 dias, atingiu valores de 7,05 cm e 14,10 cm aos 90 dias após a

semeadura. Esses dados podem ser explicados pela característica da planta em desenvolver folhas largas no início e apenas depois, alongar o caule. Essa característica pode ser prejudicial na produção de mudas, pois algumas folhas ficarão sobrepostas às outras, impedindo que a irrigação atinja o substrato e, para evitar a sobreposição, a densidade de plantas na bandeja deve ser menor, ocupando mais espaço para a produção de suas mudas no viveiro.

Taiz et al. (2017) explicam que quanto maior a densidade de plantas por área, mais provável de ocorrer competição por luz entre as plantas e, como resultado, os caules se alongam mais rapidamente devido à distribuição desigual de auxina dentro das plantas, direcionando-as para uma fonte de luz.

A espécie *S. paniculatum* não apresentou variação nas médias dos substratos, podendo ser uma espécie que pode ser produzida com ambos os substratos testados, substratos estes que foram produzidos agregando os materiais disponíveis na região, o que diminuiu os custos com a compra de insumos específicos para sua produção.

Considerando as espécies *V. Polyanthes* e *B. Dracunculifolia*, pode-se destacar o substrato 3 como o que atingiu maiores valores nas variáveis H e DC. Este substrato concentra a maior proporção de esterco, 30% da composição do substrato, sendo uma fonte de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, além de proporcionar outros benefícios, como a aeração. Este resultado se compara ao encontrado por Azevedo et al. (2021) na produção de mudas de açaí, que relataram que o aumento da concentração do esterco bovino na composição do substrato proporciona maior quantidade de matéria orgânica, aeração e consequentemente, maior porosidade. A adição de compostos orgânicos em substratos tende a melhorar condições físicas e químicas do meio, beneficiando o crescimento da planta (PASCUAL et al., 2018). O esterco é uma importante fonte de matéria orgânica e nutrientes, pois estimula o desenvolvimento de microrganismos benéficos, proporciona aumento da capacidade de retenção de água e de nutrientes, melhora o arejamento e a agregação do substrato às raízes das plantas (TRAZZI et al., 2013).

As mudas produzidas utilizando o substrato 1 para a espécie *S. lycocarpum* apresentaram maiores médias, diferente das espécies *V. polyanthes*, *B. dracunculifolia* que se destacaram no substrato 3. Esses substratos diferem, pois, o 1 não possui esterco em sua composição e o 3 possui a maior porcentagem de esterco avaliada no trabalho. A presença de matéria orgânica pode afetar as propriedades físicas do substrato, influenciando na capacidade de infiltração e retenção de água, o que pode ter influenciado negativamente o desenvolvimento de *S. lycocarpum*, pois a espécie é encontrada naturalmente em regiões mais secas. A espécie pode também apresentar pouca demanda nutricional e pode ter se beneficiado da

disponibilidade de nutrientes oferecida pelo adubo Osmocote incorporado ao substrato como adubação de base. A adubação de base é essencial para o acúmulo de biomassa, pois deficiências de nutrientes comprometem o metabolismo da planta, reduzindo o crescimento das mudas (ZAVISTANOVICZ et al., 2017). Portanto, selecionar a composição correta de substrato irá trazer mais economia na produção e maior produtividade da planta (KIM et al., 2021).

Os valores de matéria seca das mudas (MSPA, MSR e MST) indicaram maiores médias para o tubete de 110 cm³ em todas as espécies, porém para as espécies *V. polyanthes* e *S. paniculatum* na variável RPAR a média do tubete de 55 cm³ exibiu maiores valores. Segundo Afonso et al. (2017), a alocação de massa seca vegetal deve ocorrer de forma proporcional entre os órgãos da planta, a fim de conferir maior resistência a condições ambientais adversas, o que indica que além de não proporcionar um crescimento tão rápido das mudas como o tubete de 110 cm³, o tubete de 55 cm³ não proporcionou uma distribuição adequada entre a MSPA e MSR das mudas.

A única espécie que demonstrou diferença estatística na média dos substratos das variáveis de massa seca foi a *V. polyanthes* na variável MSR, destacando-se o substrato 2. As outras espécies não apresentaram diferença entre os substratos nessas variáveis, o que indica que todas as espécies conseguiram se desenvolver nos diferentes substratos com uma uniformidade no crescimento de órgãos e esta relação deve ser considerada para a escolha de mudas aptas para o plantio em campo (AFONSO et al., 2017).

O Índice de Qualidade de Dickson é um bom indicador de qualidade das mudas, uma vez que várias características morfológicas importantes (H, DC, RAD e RPAR) são consideradas em seu cálculo (ARAÚJO et al., 2020; ELOY et al., 2013). Todas as espécies analisadas apresentaram maiores valores de IQD para as mudas produzidas no tubete de 110 cm³, quando comparadas com as produzidas no tubete de 55 cm³. A única espécie que apresentou diferença na média dos substratos foi a *V. Polyanthes*, que apresentou maior IQD para as mudas produzidas no substrato 2. Independente do tubete ou substrato utilizado, as mudas das espécies *S. Paniculatum* e *S. lycocarpum* apresentaram os maiores valores de IQD, o que aponta que as mudas possuem uma boa qualidade, pois segundo Davide et al. (2015), quanto maior o IQD dentro de um mesmo lote de mudas, maior é a qualidade das mudas.

Apesar da espécie *V. Polyanthes* apresentar maiores valores de H e DC para as mudas produzidas no substrato 3 ao início das avaliações, não houve diferença estatística aos 120 dias de semeadura e as variáveis MSR e IQD demonstraram maiores médias para o substrato 2, podendo ser um indicativo que o substrato 2 foi mais vantajoso para o desenvolvimento das

mudas da espécie aos 120 dias de semeadura, pois o IQD utiliza em sua equação os parâmetros morfológicos H e DC.

A atenção não deve estar ligada somente aos valores do IQD encontrados para as espécies estudadas, mas também às características formadoras deste índice, pois cada característica deve apresentar valores mínimos para que uma muda seja considerada de qualidade e isto é variável de espécie para espécie (DAVIDE et al., 2015).

O sucesso de um projeto de recuperação de áreas degradadas exige atenção a diversos fatores ambientais, principalmente das condições da área. Entretanto o único aspecto do programa de restauração sob maior controle do silvicultor são as mudas selecionadas para o plantio (GROSSNICKLE; MACDONALD, 2018; IVETIĆ et al., 2016). O plantio de mudas com atributos desejáveis aumenta as chances de melhor desenvolvimento em áreas impactadas (GROSSNICKLE; MACDONALD, 2018). Esse é um fator primordial, uma vez que mudas de boa qualidade aumentam a probabilidade de sucesso do plantio e posterior desenvolvimento das plantas na área em restauração.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o prazo de 120 dias é suficiente para produzir mudas de *V. polyanthes*, *S. paniculatum* e *B. dracunculifolia* viáveis para plantio, enquanto que as mudas de *S. lycocarpum* exigem um maior tempo de viveiro para conseguir atingir um porte adequado para o plantio, considerando os substratos e tamanhos de recipientes utilizados.

Mudas de *S. paniculatum* podem ser produzidas em viveiro, utilizando qualquer dos substratos estudados, enquanto que se recomenda o substrato 3 (20% de substrato comercial (Maxfertil); 30% de fibra de coco; 20% de casca de arroz carbonizada; 30% de esterco bovino curtido e 3kg m⁻³ de adubo Osmocote) para *B. Dracunculifolia*, o substrato 2 (35% de substrato comercial (Maxfertil); 30% de fibra de coco; 20% de casca de arroz carbonizada; 15% de esterco bovino curtido e 3kg/m³ de adubo Osmocote) para *V. polyanthes* e o substrato 1 (50% de substrato comercial (Maxfertil); 30% de fibra de coco; 20% de casca de arroz carbonizada e 3kg/m³ de adubo Osmocote) para a espécie *S. lycocarpum* devido aos maiores valores alcançados.

Os dois tamanhos de tubetes estudados são passíveis de uso para a produção de mudas das quatro espécies, pois propiciaram a produção de mudas robustas, recomendando-se o tubete de 55 cm³ para diminuição dos custos de produção e o tubete de 110 cm³ para alcançar mudas de maior porte aos 120 dias de semeadura.

REFERÊNCIAS

AFONSO, M.V.; MARTINAZZO, E.G.; AUMONDE, T.Z.; VILLELA, F.A. Parâmetros fisiológicos de mudas de *Albizia niopoides* produzidas em diferentes composições de substrato. **Ciência Florestal**, v.27, n.4, p.1395-1402, 2017. Disponível em:<<https://doi.org/10.5902/1980509830221>>.

ARAÚJO, C.S.D.; LUNZ, A.M.P.; SANTOS, V.B.D.; ANDRADE NETO, R.D.C.; NOGUEIRA, S.R.; SANTOS, R.S.D. Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.50, ed.58709, 2020. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5058709>>.

ARNHOLD E. Analysis of Variance and Other Important Complementary Analyses. R package version 8.0, 2022. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/easyanova/easyanova.pdf>>.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AZEVEDO, G. A.; COSTA, C. A. A.; SILVA-MATOS, R. R. S.; AZEVEDO, J. R.; ALMEIDA, E. I. B.; SOUSA, W. S. Esterco bovino como substrato alternativo na produção de mudas de açaí cultivar BRS-Pará. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 11, n. 1, p. 218-224, 2021. Disponível em:<<https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/9887/6831>>.

BRACHTVOGEL, E.L.; MALAVASI, U.C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (sprengel) taubert em viveiro. **Revista Árvore**, 34(2): 223-232, 2010. Disponível em:<> <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000200004>>.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

CABREIRA, G.V.; LELES, P.S.S.; ALONSO, J.M.; RESENDE, A.S.; CABREIRA, W.V.; SOUSA, T.J.S. Adubo de liberação controlada e volume do recipiente para produção de mudas de *Inga laurina*. **Floresta e Ambiente**, v.28, n.1, 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/2179-8087-floram-2019-0057>>.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeito dos substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex. D. C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005. Disponível em:< <https://www.scielo.br/j/rarv/a/Yf7wDWPKYqczGJ5Pp4v4G8d/abstract/?lang=pt>>.

DAVIDE, A. C.; MELO, L. A.; TEIXEIRA, L. A. F.; PRADO, N. J. S.; FIORINE, R. A.; CARVALHO, R. P. DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, UFLA, 2015, p 181-274.

DANNER, M.A.; CITADIN, I. FERNANDES, A.A. JR; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; SASSO, S.A.Z. Formação de jabuticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n.1, 2007. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000100038>>.

DUARTE, M. L. **Tubetes e substratos na produção de mudas de cássia rosa (*Cassia grandis* L.f) e canafistula (*Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrader ex DC)**. Universidade Federal de Viçosa. Dissertação. 57 p. 2016.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L. & ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373–384, 2013.

FERREIRA, M. DA S., SANTOS, J. Z. L., TUCCI, C. A. F., & COSTA, L. V. Crescimento inicial de itaúba e macacaúba em recipientes de diferentes tamanhos. **Ciência Florestal**, v. 27, n.2, p. 499–508, 2017. Disponível em:<<https://doi.org/10.5902/1980509827731>>.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; SILVA, E. V.; FONSECA, A. C. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciências Florestais**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.5902/1980509819340>>.

FREITAS, T.A.S.; SILVA, P.S.P.; PEIXINHO, J.B.; MENDONÇA, A.V.R.; SANTOS, L.B. Desempenho de mudas de tamboril produzidas em três diferentes volumes de tubetes. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n.4, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/2179-8087.021415>>.

GASPARIN, E.; AVILA, A.L.; ARAUJO, M.M.; CARGNELUTTI, F. 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.

GASPARIN, E.; ARAUJO, M. M.; SALDANHA, C. W.; & TOLFO, C. V. Controlled release fertilizer and container volumes in the production of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan seedlings. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n.4, p. 473-481, 2015. Disponível em:<<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i4.19528>>.

GROSSNICKLE, S.C.; EL-KASSABY, Y.A. Bareroot versus tipos de estoque de contêiner: uma comparação de desempenho. **Novas Florestas**, 47, 1–51, 2016. Disponível em:<<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11056-015-9476-6>>.

GROSSNICKLE, S.C.; MACDONALD, J.E. Por que as mudas crescem: influência dos atributos da planta. **Novas Florestas**, 49, 1–34, 2018. Disponível em:<<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11056-017-9606-4>>.

IVETIĆ, V.; GROSSNICKLE, S.; ŠKORIĆ, M. Forecasting the field performance of Austrian pine seedlings using morphological attributes. **iForest** v. 10, p. 99-107, 2016. Disponível em:<iforest.sisef.org/pdf/?id=ifor1722-009>.

KIM, JK; SHAWON, MRA; AN, JH; YUN, YJ; PARQUE, SJ; NA, JK; CHOI, KY. Influência da composição do substrato e do tamanho do recipiente no crescimento de plantas de porta-

enxerto de macieira propagadas por cultura de tecidos. **Agronomia**, 11, 2450, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/agronomia11122450>>.

MIQUELONI, D.P.; NEGREIROS, J.R.S.; AZEVEDO, J.M.A. Tamanhos de recipientes e substratos na produção de mudas de pimenta longa. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 8, n. 16, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96118/1/24879.pdf>>.

NUNES, A.; OLIVEIRA, G.; MEXIA, T.; VALDECANTOS, A.; ZUCCA, C.; COSTANTINI, E.A.C.; ABRAHAM, E. M.; KYRIAZOPOULOS, A. P.; SALAH, A.; PRASSE, R.; CORREIA, O.; MILLIKEN, S.; KOTZEN, B.; BRANQUINHO, C. Restauração ecológica em toda a Bacia do Mediterrâneo vista pelos profissionais. **Ciência do Ambiente Total**. 566 – 567 : 722–732, 2016. Disponível em: <DOI:10.1016/j.scitotenv.2016.05.136>.

OLIET, J.A.; ORTIZ, U.E.; SÁNCHEZ-PINILLOS, M.; TARDÍO-CERRILLO, G. Adequação do tamanho da muda às condições de plantio: resposta interativa com a umidade do solo. **iForest**, v. 12, p. 220-225, 2019. Disponível em: <<https://iforest.sisef.org/pdf/?id=ifor2801-012>>.

ONU. Assembleia Geral das Nações Unidas. **United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030)**. 2019. Disponível em: <<https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N19/060/16/PDF/N1906016.pdf?OpenElement>>.

PAIVA, P.F.P.R.; RUIVO, M.L.P.; SILVA JÚNIOR, O.M.; MACIEL, M.N.M.; BRAGA, T.G.M.; ANDRADE, M.N.N.; SANTOS JUNIOR, P.C.; ROCHA, E.S.; FREITAS, T.P.M.; LEITE, T.V.S.; GAMA, L.H.O.M.; SANTOS, L.S.; SILVA, M.G.; SILVA, E.R.R.; FERREIRA, B.M. Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. **Biodiversity Conservation**. (2019). Disponível em: <10.1007 / s10531- 019-01867- 9>.

PASCUAL, J. A.; CEGLIE, F.; TUZEL, Y.; KOLLER, M.; KOREN, A.; HITCHINGS, R. & TITTARELLI, F. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v, 38, n. 3, p. 1–23, 2018.

PIAS, O.H.C.; BERGHETTI, J.; SOMAVILLA, L.; CANTARELLI, E.B. Produção de mudas de cedro em função de tipos de recipientes e fontes de fertilizantes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.35, n.82, pg. 153-158, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.82.714>>.

POORTER, H.; BÜHLER, J.; DUSSCHOTEN, D.V.; CLIMENT, J.; POSTMA, J.A. Pot size matters: A meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. **Functional Plant Biology**, v.39, p. 839–850, 2012 Disponível em: <<https://www.publish.csiro.au/FP/fp12049>>.

R CORE TEAM (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>.

SILVA, R.F.; MARCO, R. WELTER, P. D. VIEL, P. ROS, C. O. Substrates and Container Size on Quality of *Peltophorum dubium* Seedlings. Original article, Silviculture, **Floresta Ambient**. v. 27, n. 3, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2179-8087.105217>>.

SILVA, A. P. M. SCHWEIZER, D.; MARQUES, H. R.; TEIXEIRA, A. M. C.; SANTOS, T. V. M. N.; SAMBUICHI, R. H.R.; BADARI, C. G.; GAUDARE, U.; BRANCALION, P. H.S. A atual produção e infraestrutura de mudas de árvores nativas podem atender a uma crescente demanda de restauração florestal no Brasil?. **Restoration Ecology**, v. 25, p. 509-515, 2016. Disponível em:<<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1111/rec.12470>>.

SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; CUNHA, A. O.; SOUZA, A. P. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.98-108, 2005. Disponível em:< <https://docplayer.com.br/11570457-Producao-de-mudas-de-ipe-amarelo-tabebuia-serratifolia-vahl-nich-em-diferentes-substratos-e-tamanhos-de-recipientes-1.html> >.

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

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v.23, p.401-409, 2013. Disponível em:<<https://doi.org/10.5902/1980509810551>>.

WENDLING, E.; DUTRA, LF. Produção de mudas de eucalipto. Colombo: **Embrapa Florestas**, p. 49-80, 2010.

ZAVISTANOVICZ, T. C.; ARAUJO, M. M.; AIMI, S. C.; FLORES, R.; BERGHETTI A. L. P.; DEPONTI, G. Morphophysiological responses of *Ilex paraguariensis* seedlings to different substrates and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 2, p. 111-115, 2017. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n2p111-115>>.