



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JANAYNA RODRIGUES DANTAS

**EFEITO DO PÓ DE ROCHA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MIMOSA*
CAESALPINIIFOLIA BENTH. PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

RIO LARGO-AL

2026

JANAYNA RODRIGUES DANTAS

**EFEITO DO PÓ DE ROCHA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MIMOSA*
CAESALPINIIFOLIA BENTH. PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do Título de Engenheira Florestal.

Orientador(a): Profa. Dra. Marília Alves Grugiki

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Stefano João dos Santos

D586e Dantas, Janayna Rodrigues

Efeito do pó de rocha na produção de mudas de mimosa
Caesalpinhiifolia Benth. Para restauração florestal. – Rio Largo - Al,
2026.

38 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Florestal) Universidade Federal de Alagoas, Campus Ceca – Rio
Largo, 2026.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marília Alves Grugiki.

1. Espécies florestais nativas. Fertilidade do substrato. Nutrição
mineral.

CDU: 630*232

FOLHA DE APROVAÇÃO

JANAYNA RODRIGUES DANTAS

EFEITO DO PÓ DE ROCHA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MIMOSA* *CAESALPINIIFOLIA* BENTH. PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado à Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Data de Aprovação: 19/06/2026

Banca Examinadora

Profa. Dra. Marilia Alves Grugiki
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientadora)

Profa. Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA

Dra. Marilia Isabelle Oliveira da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional – FADURPE

Dedico este trabalho à minha família, que sempre acreditou nos meus sonhos. Sem vocês, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio e fortaleza em todos os momentos. Obrigada por iluminar meus caminhos, fortalecer minha fé, renovar minhas forças diante das dificuldades e me conceder saúde, sabedoria e determinação para seguir em frente.

Aos meus pais, Claudemi Rodrigues e Janete Dantas, por todo amor, apoio e dedicação ao longo da minha vida. Obrigada por serem meu alicerce nos momentos difíceis, minha força quando pensei em desistir e meu maior exemplo de perseverança e coragem. Vocês sempre fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse seguir em busca dos meus sonhos. Esta conquista é reflexo de todo o amor, sacrifício e incentivo que recebi de vocês.

Às minhas irmãs, Rikelly Rodrigues e Keylla Gisselle, minha sincera gratidão por todo amor, cuidado e apoio. Obrigada por compreenderem minhas ausências, por estarem sempre presentes quando precisei, por nunca deixarem de me incentivar. Vocês são minha inspiração, meu exemplo de força, coragem e determinação.

Ao meu noivo, Wellington Aviz, pelo companheirismo, compreensão e incentivo em todos os momentos. Por apoiar meus sonhos e permanecer ao meu lado em cada desafio e conquista. Sua presença foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

Aos meus filhos queridos, Milka e Frajola, por darem sentido a minha vida, serem minha alegria diária, motivo de força para seguir em frente e meu tesouro na terra.

Ao Campus de Ciências Agrárias e Engenharias (CECA) e a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), pela oportunidade de fazer o curso e todo apoio institucional durante a trajetória acadêmica.

À minha orientadora, Marília Alves Grugiki, pelas oportunidades concedidas, pela confiança depositada em mim. Agradeço pelos ensinamentos compartilhados, pelo apoio constante, pela paciência e pela disponibilidade em sempre ajudar e orientar. Obrigada pelas pesquisas desenvolvidas em conjunto e por acreditar no meu potencial ao longo dessa trajetória. Sua orientação e incentivo foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Aos colegas de turma Bruno Dario, Bruno Ferreira, Pedro Jara, Ruan Gomes, Clara Nascimento e Victória Mayara, minha sincera gratidão pelo companheirismo e pela amizade construída ao longo da graduação. Obrigada por tornarem essa caminhada mais leve, pelas risadas compartilhadas, pelas conversas, pelos conselhos e pela constante troca de conhecimentos. Tenho imenso orgulho da trajetória que construímos juntos, das conquistas

que compartilhamos e dos profissionais que nos tornamos ao longo desses anos. Levarei cada um de vocês em meu coração, com carinho e gratidão.

Aos colegas Ely Daniel, Maria Clara e Mychael Gomes pela parceria na condução do experimento, pela disponibilidade em colaborar e pelo apoio prestado durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Um agradecimento especial aos amigos e colegas de turma Ana Beatriz, Barbara Moura, Weverton Pedro e José Cícero. Sou profundamente grata pelo apoio, incentivo, companheirismo e pelas palavras de encorajamento nos momentos em que mais precisei. Obrigada por acreditarem em mim, por me ajudarem a superar desafios e por me lembrarem da minha capacidade de alcançar meus objetivos. Agradeço também por todo o tempo, dedicação e ajuda oferecidos, muitas vezes abrindo espaço em suas rotinas para contribuir. Cada conselho, gesto de apoio e momento compartilhado tornou essa caminhada mais leve, enriquecedora e especial.

Ao Laboratório de Geologia e Recursos Naturais, na pessoa da Professora Regla Toujaguez, que contribuiu para que a realização desta pesquisa fosse possível.

Aos professores Andréa de Vasconcelos, Eduardo Pagel, Ivomberg, José Roberto e Regla Toujaguez, minha sincera gratidão e admiração. Agradeço pelos ensinamentos, pelo incentivo constante e pelas palavras de apoio ao longo da minha trajetória acadêmica. Estendo também minha gratidão a todos os demais professores que tive a honra de conhecer e com os quais tive a oportunidade de aprender ao longo dessa jornada.

A todas as mulheres da minha família, que são minha maior inspiração, obrigada por serem exemplos de força, coragem e perseverança. Tenho orgulho de fazer parte de uma família composta por mulheres tão fortes e inspiradoras.

À memória de minha avó, Luzenita Petuba, com amor e saudade. Recordo com carinho suas palavras de incentivo. Obrigada por ter sido uma mulher tão forte, batalhadora e inspiradora. Seus valores seguem vivos em mim e me acompanham em cada conquista.

Aos meus colegas de trabalho, em especial à minha chefe, Kadja Mendonça, agradeço pelas palavras de encorajamento ao longo dessa caminhada. A Michelly Camilo e Yan Carlos, minha gratidão pela amizade, por sempre me ouvirem e incentivarem.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma, fizeram parte desta caminhada e contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Esta conquista representa minha história, minhas lutas, meus aprendizados e a pessoa que me tornei ao longo dessa caminhada.

*Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo
para todo propósito debaixo do céu.*

Eclesiastes 3:1

RESUMO

A produção de mudas de espécies nativas é fundamental para o sucesso de programas de restauração florestal. Nesse contexto, os remineralizadores de solo, também conhecidos como pó de rocha, têm se mostrado uma alternativa sustentável para a produção de mudas, com potencial de redução da dependência de fertilizantes convencionais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes proporções de pó de rocha e tempos de incubação na formulação de substratos para a produção de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com análises realizadas separadamente para cada período de incubação (22 e 36 dias), avaliando-se quatro formulações de substratos: um tratamento testemunha constituído por solo e substrato convencional (1:1) e três tratamentos contendo 5, 10 e 20% de pó de rocha (sienogranito e granodiorito — BTGRAN). As mudas foram avaliadas aos 180 dias após a semeadura. Foram avaliados os atributos químicos dos substratos e as características morfológicas das mudas, incluindo altura da parte aérea, diâmetro do coleto, número de pares de folhas, massa seca da parte aérea e massa seca radicular. A incorporação do pó de rocha esteve associada a maiores valores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e saturação por bases (V%) nos substratos em relação ao tratamento controle, com valores numericamente mais expressivos nos tratamentos incubados por 22 dias. Entretanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas no crescimento e na qualidade das mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em função das proporções de pó de rocha avaliadas, em nenhum dos períodos de incubação. Considera-se que o período experimental pode ter sido insuficiente para evidenciar os efeitos do remineralizador sobre o crescimento das mudas, tendo em vista a liberação gradual de nutrientes característica de remineralizadores de origem silicatada. Recomenda-se a realização de estudos com períodos mais longos de incubação e de avaliação das mudas.

Palavras-chave: Espécies florestais nativas. Fertilidade do substrato. Nutrição mineral. Recuperação de áreas degradadas. Remineralizador.

ABSTRACT

The production of native species seedlings is fundamental to the success of forest restoration programs. In this context, soil remineralizers, also known as rock dust, have emerged as a sustainable alternative for seedling production, with potential to reduce dependence on conventional fertilizers. This study aimed to evaluate the effect of different proportions of rock dust and incubation periods in the formulation of substrates for the production of *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. seedlings. The experiment was conducted in a completely randomized design, with statistical analyses performed separately for each incubation period (22 and 36 days), evaluating four substrate formulations: a control treatment consisting of soil and conventional substrate (1:1) and three treatments containing 5, 10, and 20% rock dust (syenogranite and granodiorite — BTGRAN). Seedlings were evaluated at 180 days after sowing. The chemical attributes of the substrates and the morphological characteristics of the seedlings were assessed, including shoot height, stem diameter, number of leaf pairs, shoot dry mass, and root dry mass. The incorporation of rock dust was associated with higher values of phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and base saturation (V%) in the substrates compared to the control treatment, with numerically higher values recorded in the treatments incubated for 22 days. However, no statistically significant differences were observed in the growth and quality of *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. seedlings as a function of the rock dust proportions evaluated, in either incubation period. It is considered that the experimental period may have been insufficient to detect the effects of the remineralizer on seedling growth, given the gradual nutrient release characteristic of silicate-based remineralizers. Further studies with longer incubation and seedling evaluation periods are recommended.

Keywords: Native forest species. Soil fertility. Mineral nutrition. Restoring degraded areas. Remineralizer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: A) Avaliação biométrica e determinação da biomassa das mudas; B) Acondicionamento do material vegetal em sacos de papel; C) Secagem das amostras em estufa de circulação de ar (DeLeo).....	23
--	----

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Caracterização química do pó de rocha de sienogranito e granodiorito (BTGRAN).....	21
Tabela 2: Caracterização química dos substratos contendo diferentes proporções de pó de rocha e submetidos a diferentes tempos de incubação, aos 30 dias após a implantação do experimento.....	25
Tabela 3: Parâmetros morfológicos de mudas submetidas a diferentes tratamentos após 22 dias de incubação. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	27
Tabela 4: Parâmetros morfológicos de mudas submetidas a diferentes tratamentos após 36 dias de incubação.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Restauração florestal e produção de mudas florestais.....	15
2.2 Substratos, nutrição mineral e uso de remineralizadores na produção de mudas florestais.....	17
2.3 Características e potencial de uso de Mimosa caesalpinifolia Benth.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Caracterização da área de estudo.....	21
3.2 Procedimentos de implantação e condução experimental.....	21
3.3 Avaliação dos parâmetros morfológicos e da biomassa das mudas.....	23
3.4 Avaliação química do substrato.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Caracterização química dos substratos formulados com pó de rocha.....	25
4.2 Crescimento morfológico e biomassa das mudas em substratos incubados por 22 e 36 dias.....	27
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental tem se intensificado nas últimas décadas em decorrência de atividades antrópicas, como desmatamento, expansão agrícola, urbanização desordenada e exploração inadequada dos recursos naturais. Esse processo resulta na perda da biodiversidade, na fragmentação de habitats e na redução da qualidade ambiental, comprometendo o equilíbrio e o funcionamento dos ecossistemas (Pereira Júnior e Pereira, 2017).

Diante desse cenário, a restauração florestal constitui uma importante estratégia para a recuperação de áreas degradadas, visando restabelecer a cobertura vegetal, a biodiversidade e as funções ecológicas dos ecossistemas (Moraes et al., 2024). O sucesso dos projetos de restauração depende de diversos fatores, entre eles a utilização de mudas de qualidade, capazes de apresentar ótimo crescimento, vigor e principalmente sobrevivência após o plantio em campo.

A produção de mudas florestais está diretamente relacionada às características físicas e químicas dos substratos utilizados nos viveiros. Substratos adequados favorecem o desenvolvimento radicular, a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas, influenciando diretamente a qualidade das mudas produzidas (Ferraz et al., 2020; Marinho et al., 2022). Além disso, a nutrição mineral exerce papel fundamental no desenvolvimento inicial das mudas, contribuindo não só para a formação de indivíduos mais vigorosos como também para que sejam aptos ao estabelecimento em campo (Vieira et al., 2020).

Nesse contexto, os remineralizadores de solo, também conhecidos como pós de rocha, têm despertado interesse como alternativa sustentável aos fertilizantes convencionais. Esses materiais apresentam potencial para fornecer nutrientes de forma gradual, melhorar atributos químicos do solo e reduzir a dependência de insumos industrializados (Neves et al., 2015). Estudos realizados por Ehlers e Arruda (2014) e Nóbrega e Santos (2025) demonstraram resultados promissores com a utilização de pó de rocha na produção de mudas florestais, evidenciando seu potencial para promover melhorias no crescimento e na qualidade das plantas.

Entre as espécies utilizadas em programas de restauração destaca-se *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., conhecida popularmente como sabiá. Trata-se de uma espécie nativa do Nordeste brasileiro, caracterizada pelo rápido crescimento, rusticidade e elevada capacidade de adaptação, sendo amplamente empregada na recuperação de áreas degradadas e em sistemas agroflorestais (Melo et al., 2018).

Apesar de sua importância ecológica e econômica, ainda são escassas as informações sobre o uso de remineralizadores de solo na produção de mudas da espécie, especialmente em relação às proporções aplicadas e ao tempo de incubação dos substratos, fatores que podem influenciar a disponibilidade de nutrientes e o desenvolvimento das mudas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes proporções e tempos de incubação de pó de rocha na formulação de substratos para a produção de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia*, visando sua aplicação em programas de restauração florestal.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os atributos químicos dos substratos formulados com diferentes proporções de pó de rocha (sienogranito e granodiorito) submetidos a distintos tempos de incubação;
- Avaliar o efeito de diferentes proporções de pó de rocha e tempos de incubação dos substratos sobre o crescimento, as características biométricas e a qualidade das mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia*;
- Avaliar, separadamente para cada período de incubação (22 e 36 dias), o efeito das diferentes proporções de pó de rocha sobre os atributos químicos dos substratos e o crescimento das mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Restauração florestal e produção de mudas florestais

A degradação ambiental caracteriza-se pela alteração adversa das características do meio ambiente, de acordo com a Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu art. 3º, inciso II (Brasil, 1981). Esse processo tem se intensificado mundialmente nas últimas décadas em decorrência de atividades antrópicas, como desmatamento ilegal, expansão agrícola, urbanização desordenada, contaminação do solo e da água e exploração inadequada dos recursos naturais, resultando na perda da biodiversidade e na redução da qualidade ambiental (Pereira Júnior e Pereira, 2017).

Os principais impactos ecológicos causados pela degradação ambiental, de acordo com Pereira Júnior e Pereira (2017), incluem a destruição e a fragmentação de habitats naturais. Essas alterações comprometem a disponibilidade e a manutenção dos recursos naturais, afetando a sustentabilidade dos ecossistemas. Além disso, a degradação ambiental provoca mudanças nas características originais do meio ambiente, comprometendo seu equilíbrio e funcionamento (Nery et al., 2013). Nesse contexto, a recuperação das áreas degradadas torna-se fundamental para o restabelecimento da estrutura, das funções ecológicas e da integridade dos ecossistemas afetados (Nery et al., 2013).

Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de estratégias para recompor os ecossistemas afetados. A restauração florestal constitui uma estratégia fundamental para mitigar os impactos causados pela degradação ambiental, buscando promover a recuperação da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas degradados (Moraes et al., 2024). Esse processo pode ocorrer de forma natural, por meio da sucessão ecológica, ou de maneira assistida, com intervenções antrópicas planejadas, variando conforme o nível de degradação da área e os objetivos de conservação estabelecidos (Skorupa et al., 2021).

Nesse sentido, a restauração visa não apenas à recomposição da cobertura vegetal, mas também ao restabelecimento da biodiversidade, das funções ecológicas e das interações biológicas do ecossistema. Para isso, são necessárias práticas silviculturais adequadas, como a seleção de espécies nativas, o manejo da vegetação e o monitoramento contínuo das áreas em recuperação, favorecendo o retorno gradual da estabilidade ecológica (Moraes et al., 2024).

O uso de mudas de espécies nativas é fundamental para o sucesso dos programas de restauração, uma vez que o estabelecimento inicial das plantas influencia diretamente a recomposição da cobertura vegetal e a recuperação das funções ecológicas dos ecossistemas degradados (Chazdon, 2012). Além disso, há uma demanda crescente por mudas de espécies

nativas para atender metas ambientais, porém o processo enfrenta desafios como a dificuldade na seleção de mudas aptas e de qualidade e a carência de pesquisas sobre as limitações biológicas das espécies (Faustino et al., 2022). Dessa forma, a adoção de critérios morfológicos adequados na escolha das mudas permite a seleção de indivíduos mais vigorosos, com maior potencial de crescimento e sobrevivência após o plantio (Avelino et al., 2021).

A produção de mudas florestais constitui uma etapa fundamental nos projetos de restauração ecológica, uma vez que fornece o material vegetal necessário para o restabelecimento da cobertura vegetal e das funções ecológicas em áreas degradadas (Chazdon, 2012). Em viveiros florestais, o desenvolvimento das mudas depende de condições adequadas de manejo, incluindo irrigação, luminosidade, recipientes e substratos, fatores que influenciam diretamente o crescimento, o vigor e a capacidade de estabelecimento das plantas após o plantio em campo. Nesse contexto, a obtenção de mudas de qualidade é considerada um dos principais requisitos para o sucesso das ações de restauração florestal (Avelino et al., 2021; Faustino et al., 2022).

Segundo Brito et al. (2021), os parâmetros como altura da parte aérea e diâmetro do coleto são muito utilizados na avaliação da qualidade das mudas, pois estão relacionados ao vigor, ao desenvolvimento radicular e ao potencial de sobrevivência das plantas após o plantio em campo. Além disso, características biométricas e a biomassa são importantes indicadores da qualidade das mudas produzidas em viveiro, refletindo diretamente no desempenho inicial das espécies florestais. De acordo com Marinho et al. (2022), condições adequadas de substrato favorecem o desenvolvimento radicular das mudas, contribuindo para maior potencial de sobrevivência e estabelecimento em campo.

Entre os fatores que influenciam a qualidade das mudas florestais, o substrato exerce papel fundamental no fornecimento de suporte físico, retenção de água e disponibilidade de nutrientes. Entretanto, a produção de mudas florestais demanda elevados custos relacionados à aquisição de insumos e substratos utilizados nos viveiros. Nesse contexto, o uso de substratos alternativos surge como estratégia viável para reduzir os custos de produção, além de favorecer o aproveitamento de materiais alternativos na composição dos substratos (Faria et al., 2016).

2.2 Substratos, nutrição mineral e uso de remineralizadores na produção de mudas florestais

O êxito na produção de mudas florestais nativas está diretamente relacionado à qualidade do substrato utilizado, uma vez que suas características químicas e físicas influenciam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas em viveiro (Faria et al., 2016). Segundo Ferraz et al. (2020), além da disponibilidade de nutrientes e ausência de patógenos, o substrato deve apresentar características físicas adequadas, como boa retenção de água, disponibilidade hídrica e aeração.

Além das propriedades físicas do substrato, a disponibilidade de nutrientes exerce papel fundamental no crescimento e desenvolvimento das mudas florestais, influenciando sua qualidade e potencial de estabelecimento em campo (Souza et al., 2006). Os nutrientes minerais participam de diversos processos fisiológicos das plantas, atuando na formação de tecidos, na fotossíntese, no metabolismo energético e no desenvolvimento radicular. De acordo com Vieira et al. (2020), a nutrição mineral é um fator determinante para que as mudas atinjam mais rapidamente o padrão de qualidade necessário para o plantio em campo.

Dentre os macronutrientes essenciais ao crescimento das mudas florestais, o fósforo merece destaque por atuar diretamente na formação e expansão do sistema radicular, além de participar de processos relacionados ao armazenamento e transferência de energia nas plantas (Costa Filho et al., 2013). Dessa forma, a adequada nutrição mineral contribui para a produção de mudas mais vigorosas e para o estabelecimento inicial das plantas em campo.

O potássio (K) é o macronutriente mais absorvido pelas plantas após o nitrogênio, exercendo papel fundamental em diversos processos fisiológicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento vegetal (Meurer, 2006). Entre suas principais funções destacam-se a regulação da abertura e fechamento dos estômatos, a ativação de sistemas enzimáticos, a síntese de proteínas, o transporte de fotoassimilados pelo floema e a manutenção do potencial hídrico celular (Meurer, 2006). Na produção de mudas florestais, o adequado suprimento de potássio está associado à melhoria da qualidade das mudas, influenciando positivamente características como altura, diâmetro do coleto e produção de biomassa (Reis et al., 2012). Em espécies florestais nativas, Silva et al. (1997) observaram que a adubação potássica favoreceu o crescimento inicial das plantas, contribuindo para o vigor e a rusticidade das mudas antes do plantio definitivo em campo.

Apesar da importância da adubação mineral no crescimento e desenvolvimento das mudas florestais, a utilização de fertilizantes convencionais pode representar limitações

econômicas e ambientais (Alovisi et al., 2020). Além disso, a elevada dependência de insumos minerais industrializados tem incentivado a busca por alternativas capazes de fornecer nutrientes de forma mais sustentável e economicamente viável. Diante desse cenário, cresce o interesse pelos insumos alternativos e práticas mais sustentáveis, como os remineralizadores de solo.

Quando incorporados ao substrato de produção de mudas, os remineralizadores do solo, também conhecidos como pó de rocha, apresentam potencial para promover a liberação gradual de nutrientes, disponibilizando elementos essenciais às plantas de forma contínua. De acordo com a Lei nº 12.890/2013, em seu art. 3º, alínea “e”, os remineralizadores são definidos como materiais de origem mineral que tenham sofrido apenas redução e classificação granulométrica por processos mecânicos, sendo capazes de alterar os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes, além de promover melhorias em suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Brasil, 2013). Assim, a regulamentação desses materiais representa um avanço para a agricultura nacional, ao reconhecer o pó de rocha como alternativa complementar aos fertilizantes convencionais.

Os remineralizadores apresentam potencial para promover a liberação gradual de nutrientes no solo, disponibilizando elementos essenciais às plantas de forma contínua (Cardozo et al., 2024). O uso do pó de rocha contribui para o fornecimento gradual de macro e micronutrientes, uma vez que a baixa solubilidade dos minerais presentes nas rochas moídas favorece a liberação lenta desses nutrientes ao longo do tempo, promovendo melhorias na fertilidade do substrato e no equilíbrio químico do solo. Entre os nutrientes disponibilizados destacam-se cálcio, magnésio, potássio, fósforo e micronutrientes essenciais.

As vantagens do uso do pó de rocha são o menor impacto ambiental, a redução da dependência de fertilizantes químicos convencionais e o potencial de diminuição dos custos de produção (Theodoro e Leonardos, 2006). Essa técnica também se relaciona a sistemas de produção mais sustentáveis, especialmente em ambientes tropicais, contribuindo para o reequilíbrio da fertilidade do solo e para a manutenção de sua qualidade ao longo do tempo (Cardozo et al., 2024). Além disso, por se tratar de um material de baixa solubilidade, o pó de rocha atua como uma espécie de reservatório de nutrientes no solo, disponibilizando-os de forma gradual conforme a demanda das plantas. Esse comportamento confere à rochagem um efeito residual prolongado, podendo o seu poder de fornecimento de nutrientes se estender por até quatro ou cinco anos após a aplicação, o que representa um benefício duradouro para o sistema produtivo (Tebar et al., 2021).

Estudos têm demonstrado resultados promissores com o uso de remineralizadores na produção de mudas florestais. Ehlers e Arruda (2014), ao avaliarem a utilização de pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*, verificaram que as proporções entre 10 e 20% apresentaram potencial favorável para a produção das mudas. De forma semelhante, Manerich et al. (2022) observaram aumento significativo da altura de plantas de *Pinus taeda* submetidas à aplicação de remineralizador de basalto, evidenciando o potencial desse pó de rocha para o desenvolvimento das mudas e para a melhoria das condições de fertilidade do solo. Da mesma forma, Dalmora (2023), ao avaliar duas rochas vulcânicas como remineralizadores no cultivo de eucalipto, verificou maior liberação de potássio (K) no solo com a aplicação de andesito e aumento significativo do diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura das plantas nos tratamentos que combinaram remineralizador e fertilizante mineral, evidenciando o potencial desses materiais como alternativa para o fornecimento gradual de nutrientes.

Nóbrega e Santos (2025), avaliando pó de rochas metamórficas de mineração em substrato na produção de mudas de *Eucalypto citriodora*, verificaram que a adição de 10% de pó de rocha proveniente de resíduos de mineração de rochas metamórficas promoveu aumento significativo da altura e do diâmetro do coleto das mudas, além de tendência de incremento na biomassa acumulada.

A busca por alternativas sustentáveis para a produção de mudas de qualidade torna-se importante diante da necessidade de recuperação de áreas degradadas e da redução da dependência de fertilizantes convencionais (Alovisi et al., 2020). No entanto, ainda existem lacunas quanto aos seus efeitos em espécies nativas utilizadas em programas de restauração ecológica. Nesse contexto, estudos com sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) podem contribuir para ampliar o conhecimento sobre o potencial do pó de rocha na produção de mudas destinadas à restauração florestal.

2.3 Características e potencial de uso de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.

A espécie arbórea *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., conhecida popularmente como sabiá ou sansão-do-campo, é uma leguminosa nativa do Nordeste brasileiro. Apresenta crescimento rápido, rusticidade e elevada capacidade de adaptação, sendo amplamente utilizada em sistemas de restauração de áreas degradadas, sistemas agroflorestais (SAFs) e produção de lenha para queima (Melo et al., 2018).

A espécie apresenta características ecológicas que favorecem sua utilização em programas de recuperação ambiental. Entre as características, destacam-se seu

comportamento heliófilo, pioneiro e xerófilo, além da ampla plasticidade em relação às condições edáficas e climáticas (Miranda et al., 2021). A espécie também apresenta versatilidade reprodutiva, podendo se propagar tanto por meio seminal quanto vegetativo, por estacas ou rebrotas originadas de troncos e raízes, o que amplia significativamente seu potencial de colonização em ambientes diversos (Miranda et al., 2021). Quanto ao sistema radicular, embora seja profundo, a espécie concentra a maior parte de suas raízes na camada superficial do solo (até 20 cm), o que favorece a captação de água e contribui para seu estabelecimento mesmo em condições ambientais adversas (Miranda et al., 2021). Em razão do rápido crescimento, elevada produção de biomassa, capacidade de rebrota e adaptação a ambientes degradados, a espécie é amplamente indicada para programas de restauração ecológica, atuando na proteção do solo e no favorecimento do estabelecimento de outras espécies ao longo do processo sucessional (Carvalho, 2007).

Além de sua importância ecológica, *Mimosa caesalpiniiifolia* apresenta relevante valor econômico. Sua madeira possui elevada resistência mecânica e alto poder calorífico, sendo amplamente utilizada na produção de lenha, carvão vegetal, mourões e estacas (Carvalho, 2007; Costa et al., 2018). A espécie também apresenta potencial forrageiro, uma vez que sua biomassa e suas vagens podem ser utilizadas na alimentação animal, especialmente em períodos de escassez hídrica (Carvalho, 2007).

Mimosa caesalpiniiifolia Benth. destaca-se por sua elevada capacidade de fixação biológica de nitrogênio, característica que contribui para a melhoria da fertilidade do solo e favorece os processos de sucessão ecológica em áreas degradadas (Melo et al., 2018). Apesar de sua rusticidade e adaptação às condições do semiárido, o desenvolvimento das mudas pode ser influenciado pela disponibilidade de nutrientes e pelas características do substrato utilizado em viveiro. Nesse contexto, o manejo nutricional adequado torna-se importante para favorecer o crescimento inicial e a qualidade das mudas.

Pinto et al. (2011) destacam que o substrato exerce papel fundamental na germinação e no desenvolvimento das mudas, influenciando fatores como retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes. Segundo Gonçalves et al. (2010), o adequado suprimento de nutrientes influencia positivamente o crescimento de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia*, contribuindo para a obtenção de mudas de melhor qualidade.

Apesar dos avanços no uso de remineralizadores de solo na produção de mudas florestais, ainda são escassos os estudos que avaliam de forma integrada às diferentes proporções de aplicação e os tempos de incubação desses materiais, especialmente para espécies nativas como *Mimosa caesalpiniiifolia*

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido durante o ano de 2025 na estufa Agroecológica Rafael Navas, situada no Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no município de Rio Largo – AL, com coordenadas geográficas 9°27'55.56"S e 35°49'35.00"O.

O clima é predominantemente tropical, com temperaturas médias entre 24 °C e 28 °C, podendo ultrapassar 30 °C no verão, precipitação anual de 1.200 a 1.500 mm concentrada entre março e agosto (com pico em maio e junho) e uma estação seca de setembro a fevereiro, além de elevada umidade relativa do ar, geralmente acima de 80%, influenciando a agricultura, o cotidiano e a vegetação local (Souza et al., 2004).

3.2 Procedimentos de implantação e condução experimental

O solo utilizado no experimento foi coletado em uma área sem cobertura vegetal localizada no CECA/UFAL. Após a coleta, o material foi seco ao ar livre, peneirado para remoção de torrões e impurezas e, posteriormente, pesado em balança digital.

O pó de rocha de sienogranito e granodiorito (BTGRAN) foi adquirido junto ao Laboratório de Geologia e Recursos Naturais. As características químicas do material são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização química do pó de rocha de sienogranito e granodiorito (BTGRAN)

Óxido	Concentração (%)
SiO ₂	68,21
Al ₂ O ₃	14,6
Fe ₂ O ₃	4,2
K ₂ O	4,33
Na ₂ O	3,71
CaO	2,45
MgO	1,5
TiO ₂	0,63
P ₂ O ₅	0,19

PF*

0,56

*PF Ensaio de perda de fogo

Fonte: Melo et al., 2024

A escolha desse material ocorreu em função de sua disponibilidade para uso experimental e do potencial de fornecimento gradual de nutrientes ao solo, característica associada aos remineralizadores de solo. Em seguida, o solo foi homogeneizado com diferentes proporções de pó de rocha, sendo adicionada água até atingir a capacidade de campo. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidas em bancada para incubação por 22 e 36 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2×4 , composto por dois períodos de incubação do solo (22 e 36 dias) e quatro formulações de substratos. Três tratamentos continham diferentes proporções de pó de rocha sienogranito e granodiorito (BTGRAN), correspondentes a 5%, 10% e 20% da composição do substrato (T1 = 855 g de solo + 45 g de pó de rocha; T2 = 810 g de solo + 90 g de pó de rocha; e T3 = 720 g de solo + 180 g de pó de rocha), além de um tratamento testemunha (T0), constituído por solo e substrato convencional na proporção 1:1, mantendo-se a massa total de 900 g por recipiente. Cada tratamento foi constituído por quatro repetições, contendo quatro mudas por unidade experimental, totalizando 112 mudas avaliadas ao longo do experimento.

As sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) foram obtidas de indivíduos localizados no Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas do Baixo São Francisco (CRAD), situado no Campus Aristóteles Calazans Simões da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Após a coleta, as sementes foram beneficiadas, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas até a implantação do experimento. No momento da instalação experimental, as sementes foram submetidas a tratamento pré-germinativo, permanecendo imersas em água à temperatura ambiente por quatro horas antes da semeadura, sendo depositadas três sementes por recipiente.

Os dados de germinação das mudas foram registrados seis dias após a semeadura e acompanhados diariamente durante um período de 70 dias, enquanto os dados de irrigação foram realizados diariamente ao longo do período experimental. Além disso, o desbaste das mudas foi efetuado nos recipientes que apresentaram germinação de duas ou mais plântulas, mantendo-se apenas o indivíduo de maior vigor fisiológico, com a finalidade de reduzir a competição intraespecífica por recursos.

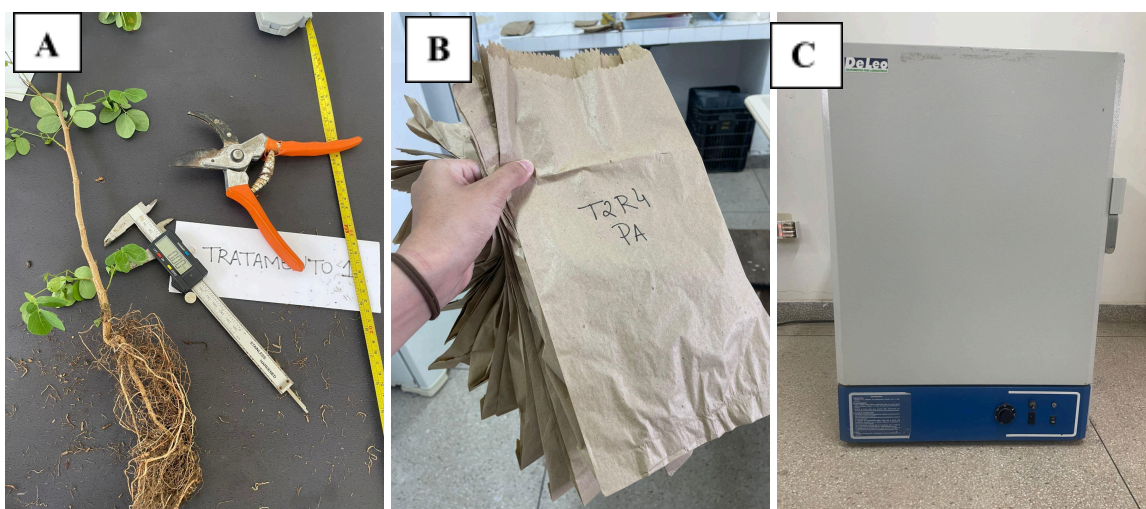
O monitoramento fitossanitário foi realizado periodicamente, sendo observada a ocorrência de cochonilhas durante a condução do experimento. O controle inicial consistiu na remoção manual dos insetos e, posteriormente, na aplicação de solução à base de água e álcool.

3.3 Avaliação dos parâmetros morfológicos e da biomassa das mudas

O crescimento das mudas foi avaliado durante um período de 180 dias após a instalação do experimento, com avaliações realizadas aos 30, 45, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. As variáveis analisadas compreenderam altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas completamente expandidas por indivíduo. A altura das mudas foi mensurada com auxílio de fita métrica, enquanto o diâmetro do caule foi determinado utilizando-se paquímetro digital.

Ao final do período experimental, as mudas foram coletadas e separadas em parte aérea e sistema radicular para avaliação biométrica e determinação da biomassa. Foram mensurados o comprimento da parte aérea e da raiz, utilizando-se trena, bem como o diâmetro do caule por meio de paquímetro digital. Posteriormente, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa de circulação de ar com controlador digital de temperatura, a 65 °C, até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão para determinação da massa seca da parte aérea e do sistema radicular (Figura 1).

Figura 1: A) Avaliação biométrica e determinação da biomassa das mudas; B) Acondicionamento do material vegetal em sacos de papel; C) Secagem das amostras em estufa de circulação de ar (DeLeo)



Fonte: Autora, 2026

Embora o experimento tenha sido conduzido em esquema fatorial envolvendo diferentes proporções de pó de rocha e tempos de incubação, as análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada tempo de incubação (22 e 36 dias), de acordo com os objetivos propostos para o estudo. Assim, em cada período de incubação, avaliou-se o efeito das diferentes proporções de pó de rocha sobre as variáveis analisadas.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (W) e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA). Quando observada diferença significativa, a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software PAST, versão 5.2.1 (Hammer et al., 2001).

3.4 Avaliação química do substrato

Para avaliar a dinâmica da disponibilidade de nutrientes ao longo do cultivo das mudas, foram realizadas análises químicas do substrato apenas nos tratamentos contendo pó de rocha. No início do experimento, cada repetição foi constituída por cinco mudas, sendo posteriormente mantida uma unidade experimental destinada exclusivamente às avaliações químicas do substrato ao longo do período experimental, enquanto as demais foram utilizadas nas avaliações biométricas e de biomassa.

A coleta das amostras de solo destinadas à análise química foi realizada aos 30 dias após a semeadura.

Foram coletadas subamostras de solo das unidades experimentais correspondentes a cada tratamento. Posteriormente, as subamostras foram homogeneizadas, formando uma amostra composta representativa de cada tratamento. Esse procedimento permitiu acompanhar a variação temporal da disponibilidade de nutrientes nos substratos formulados com diferentes proporções de pó de rocha.

O tratamento controle (T0), composto por solo e substrato convencional, foi utilizado como referência para comparação das características químicas dos tratamentos contendo pó de rocha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização química dos substratos formulados com pó de rocha

Os resultados da análise química dos substratos, realizada aos 30 dias após a implantação do experimento (Tabela 2), indicaram maiores teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e saturação por bases (V%) nos tratamentos com adição de pó de rocha em relação à testemunha, indicando o potencial do remineralizador como fonte complementar de nutrientes.

Entretanto, observou-se que os tratamentos incubados por 36 dias apresentaram menores teores de fósforo, potássio e cálcio em relação aos tratamentos incubados por 22 dias. Não foi observada tendência semelhante para os teores de magnésio (Mg) e para a capacidade de troca catiônica total (CTC), cujos valores apresentaram pequenas variações entre os tratamentos.

Como as análises químicas foram realizadas a partir de amostras compostas representativas de cada tratamento, os resultados apresentados devem ser interpretados de forma descritiva, permitindo identificar tendências na disponibilidade de nutrientes entre os tratamentos, sem possibilitar inferências estatísticas.

Tabela 2: Caracterização química dos substratos contendo diferentes proporções de pó de rocha e submetidos a diferentes tempos de incubação, aos 30 dias após a implantação do experimento

Trat.	TI (dias)	pH	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	CTC Total	V (%)
T0	-	5,2	46	150	2,11	1,75	8,29	52
T1	22	5	86	156	3,41	1,18	9,52	53
T2	22	5,2	99	168	3,53	1,28	9,29	57
T3	22	5,8	215	203	4,64	0,97	9,06	69
T1	36	4,9	83	169	3,04	1,24	8,91	54
T2	36	5,2	104	145	3,18	0,97	8,25	56
T3	36	5,4	124	175	3,29	1,02	8,25	63

Legenda: **Trat** = tratamento; **TI** (dias) = tempo de incubação; **pH** = potencial hidrogeniônico em água; **P** = fósforo disponível (mg/dm³); **K** = potássio disponível (mg/dm³); **Ca** = cálcio trocável (cmolc/dm³); **Mg** = magnésio trocável (cmolc/dm³); **CTC** = capacidade de troca catiônica total (cmolc/dm³); **V (%)** = saturação por bases (%). Fonte: Autora, 2026

Uma possível hipótese para os menores teores de fósforo observados nos tratamentos incubados por 36 dias está relacionada à adsorção desse nutriente pelo substrato e às possíveis perdas por lixiviação decorrentes das irrigações realizadas durante o experimento. Resultados semelhantes indicam que a disponibilidade de fósforo tende a diminuir ao longo do tempo em função de sua retenção na fase sólida do solo ou substrato, reduzindo sua disponibilidade para as plantas (Machado et al., 2011). Além disso, Souza Júnior et al. (2008) verificaram que o fósforo também pode apresentar perdas relevantes por lixiviação em substratos utilizados para produção de mudas, especialmente quando submetidos à irrigação frequente.

Para o potássio, a redução observada pode estar associada à elevada mobilidade desse nutriente na solução do substrato, característica que o torna mais suscetível às perdas por lixiviação (Thebaldi et al., 2015). Comportamento semelhante pode ter contribuído para a redução dos teores de cálcio. Souza Júnior et al. (2008) observaram aumento das perdas desse nutriente por lixiviação em função de sua concentração no substrato.

Por outro lado, os teores de magnésio permaneceram estáveis entre os períodos de incubação, indicando uma dinâmica diferente desse nutriente no experimento avaliado. Entretanto, como os processos de adsorção e lixiviação não foram avaliados diretamente na condução do experimento, essas interpretações devem ser consideradas apenas como hipóteses para explicar os resultados observados.

Apesar dos resultados observados quanto à dinâmica de liberação de nutrientes pelo remineralizador de solo, os teores dos nutrientes avaliados permaneceram dentro dos níveis críticos considerados adequados para a maioria das culturas agrícolas (Freire et al., 2000; Sobral et al., 2015), geralmente mais exigentes em fertilidade do solo. Embora a testemunha tenha apresentado menores teores de nutrientes em comparação aos tratamentos com adição de pó de rocha, os valores observados permaneceram dentro das faixas adequadas, com exceção do cálcio (Ca), cujo teor de $2,11 \text{ cmolc dm}^{-3}$ é considerado médio (Freire et al., 2000; Sobral et al., 2015).

O único parâmetro que apresentou valores abaixo da faixa considerada ideal em todos os tratamentos foi o pH do substrato, que deveria situar-se entre 5,5 a 6,0.

Além disso, Costa Filho, Valeri e Cruz (2013), avaliando o crescimento de mudas da espécie em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de baixa fertilidade, verificaram que a realização da calagem não foi necessária para a produção de mudas, evidenciando sua tolerância à acidez do solo. Os autores destacam ainda que a principal limitação nutricional para o crescimento da espécie foi a disponibilidade de fósforo, e não a acidez do substrato. Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo indicam que todos os tratamentos avaliados

apresentaram condições adequadas para a produção de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth.

4.2 Crescimento morfológico e biomassa das mudas em substratos incubados por 22 e 36 dias

A germinação das sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. teve início seis dias após a semeadura, sendo as primeiras sementes germinadas observadas na testemunha (T0), nos tratamentos T2 e T3 submetidos a 22 dias de incubação e no tratamento T3 submetido a 36 dias de incubação.

Os parâmetros morfológicos das mudas de *Mimosa caesalpinifolia* submetidas aos diferentes tratamentos após 22 dias de incubação do substrato estão apresentados na Tabela 3. De modo geral, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as variáveis altura da parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), número de pares de folhas (NPF) e massa seca da parte aérea (MSPA), uma vez que todas as médias foram seguidas pela mesma letra pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3: Parâmetros morfológicos de mudas submetidas a diferentes tratamentos após 22 dias de incubação. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Pó de rocha (%)	APA (cm)	DC (mm)	NPF	MSPA (g)	MSR (g)
T	55,12 a	6,73 a	26,00 a	7,81 a	5,05 a
5	42,83 a	5,99 a	20,00 a	5,97 a	3,77 ab
10	52,00 a	7,02 a	19,00 a	3,22 a	1,32 b
20	58,40 a	7,79 a	21,00 a	7,10 a	4,12 ab

Legenda: **T:**Testemunha; **APA** = altura da parte aérea; **DC** = diâmetro do coleto; **NPF** = número de pares de folhas; **MSPA** = massa seca da parte aérea; **MSR** = massa seca radicular. Fonte: Autora, 2026

Para a variável altura da parte aérea, os valores variaram entre 42,83 cm (T1) e 58,40 cm (T3), indicando, numericamente, tendência de maior crescimento em altura nas mudas submetidas à maior proporção de pó de rocha. Comportamento semelhante foi observado para o diâmetro do coleto, no qual o tratamento T3 apresentou o maior valor médio (7,79 mm), enquanto T1 apresentou o menor valor (5,99 mm).

O número de pares de folhas apresentou maior média no tratamento controle (T0), com 26 folhas, enquanto os tratamentos contendo pó de rocha variaram entre 19 e 21 folhas.

Para a massa seca da parte aérea, os maiores valores foram observados nos tratamentos T0 (7,81 g) e T3 (7,10 g).

A diferença estatística foi observada apenas para a variável massa seca radicular (MSR). O tratamento T0 apresentou a maior média (5,05 g), diferindo estatisticamente do tratamento T2 (1,32 g), enquanto os tratamentos T1 e T3 apresentaram valores intermediários, sem diferirem dos demais tratamentos. Embora tenha sido observada menor produção de massa seca radicular em T2, os tratamentos com adição de pó de rocha não apresentaram comportamento consistente de redução dessa variável, uma vez que T1 e T3 apresentaram valores intermediários e estatisticamente semelhantes aos demais tratamentos. Portanto, os resultados não permitem associar a redução observada exclusivamente à adição do remineralizador. Além disso, a ausência de diferenças significativas para as demais variáveis de crescimento sugere que a menor produção de massa seca radicular observada em T2 não comprometeu o desenvolvimento geral das mudas durante o período avaliado.

Os parâmetros morfológicos das mudas submetidas aos diferentes tratamentos após 36 dias de incubação do substrato estão apresentados na Tabela 4. De modo geral, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as variáveis altura da parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), número de pares de folhas (NPF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR), uma vez que todas as médias foram seguidas pela mesma letra pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Parâmetros morfológicos de mudas submetidas a diferentes tratamentos após 36 dias de incubação

Pó de rocha (%)	APA (cm)	DC (mm)	NPF	MSPA (g)	MSR (g)
0	55,13 a	6,73 a	26,00 a	7,81 a	5,05 a
5	38,17 a	6,17 a	15,00 a	9,13 a	4,80 a
10	31,33 a	6,38 a	12,00 a	5,75 a	3,46 a
20	46,44 a	7,10 a	18,00 a	10,22 a	4,84 a

Legenda: APA = altura da parte aérea; DC = diâmetro do coleto; NPF = número de pares de folhas; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca radicular. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autora, 2026

Apesar da ausência de diferença estatística, observou-se variação nos valores médios entre os tratamentos. Para a altura da parte aérea, o tratamento controle (T0) apresentou a maior média (55,13 cm), seguido do tratamento T3 (46,44 cm), enquanto T2 apresentou o menor valor médio (31,33 cm). Tendência semelhante foi observada para o número de pares

de folhas, no qual T0 apresentou a maior média (26 folhas), enquanto os tratamentos contendo pó de rocha apresentaram menores valores, especialmente T2, com (12 folhas).

Em relação ao diâmetro do coleto, os maiores valores foram observados nos tratamentos T3 (7,10 mm) e T0 (6,73 mm), indicando que a maior proporção de pó de rocha não comprometeu o desenvolvimento dessa variável. Para a massa seca da parte aérea, os tratamentos T1 e T3 apresentaram os maiores valores médios, correspondendo a 9,13 g e 10,22 g, respectivamente, sugerindo tendência de maior acúmulo de biomassa aérea nas maiores proporções de pó de rocha. A massa seca radicular apresentou valores semelhantes entre os tratamentos, variando de 3,46 g (T2) a 5,05 g (T0).

Welter et al. (2011), avaliando a aplicação de pó de basalto na produção de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*), verificaram que as menores doses do remineralizador resultaram em mudas de menor qualidade, enquanto as maiores doses proporcionaram melhor desenvolvimento das plantas. Os resultados observados no presente estudo diferem daqueles relatados pelos autores, possivelmente em razão das diferenças nas condições químicas iniciais dos substratos utilizados. Enquanto o estudo de Welter et al. (2011) foi conduzido em solo com menores níveis de fertilidade, os substratos utilizados neste experimento apresentaram teores de nutrientes classificados como adequados para o desenvolvimento da espécie. Dessa forma, a disponibilidade inicial de nutrientes, especialmente de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca), pode ter reduzido a resposta das mudas à adição do remineralizador, contribuindo para a ausência de incrementos expressivos nas variáveis de crescimento avaliadas. Os resultados obtidos indicam que, em substratos com níveis adequados de fertilidade, a adição de pó de rocha pode não promover incrementos expressivos no crescimento inicial das mudas de *Mimosa caesalpinifolia* durante o período avaliado.

Mimosa caesalpinifolia Benth. apresenta características que favorecem seu estabelecimento em ambientes com condições limitantes, destacando-se pela rusticidade, rápida adaptação e capacidade de fixação biológica de nitrogênio (Melo et al., 2018). Além disso, Mendes et al. (2013) destacam a elevada sobrevivência e o potencial de desenvolvimento da espécie em ambientes com limitações nutricionais, características que contribuem para sua ampla utilização em programas de restauração florestal e recuperação de áreas degradadas. Dessa forma, a ausência de respostas expressivas à adição de pó de rocha observada neste estudo pode estar relacionada ao fato de que os substratos já apresentavam níveis de fertilidade considerados adequados para o desenvolvimento inicial das mudas, reduzindo os benefícios adicionais proporcionados pelo remineralizador durante o período avaliado.

Embora os substratos contendo pó de rocha tenham apresentado maiores teores de fósforo (p), potássio (K) e cálcio (Ca) em comparação ao tratamento controle, esse incremento nutricional não se refletiu em diferenças significativas nas variáveis morfológicas avaliadas. Esses resultados indicam que o objetivo de remineralização do substrato foi alcançado, evidenciado pelo aumento da disponibilidade desses nutrientes. No entanto, esse incremento não foi suficiente para promover respostas significativas no crescimento das mudas durante o período experimental.

Silva et al. (2021), ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith irrigadas com esgoto doméstico tratado, também não verificaram diferenças estatísticas significativas para as características morfológicas avaliadas, mesmo sob diferentes condições de fornecimento de nutrientes. Esses resultados corroboram os observados no presente estudo, sugerindo que a resposta ao incremento nutricional pode ser limitada nas fases iniciais de desenvolvimento das espécies florestais. Além disso, deve-se considerar que o experimento foi conduzido durante seis meses, período relativamente curto para a avaliação da resposta de espécies arbóreas ao uso de remineralizadores, cuja liberação de nutrientes ocorre de forma gradual, podendo seus efeitos sobre o crescimento das mudas tornar-se mais evidentes em avaliações de maior duração.

Costa Filho et al. (2013), ao avaliarem o crescimento de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* em solo de baixa fertilidade, observaram que a principal limitação nutricional para a espécie estava relacionada à disponibilidade de fósforo (P), evidenciando a importância desse nutriente para o crescimento inicial das mudas. No presente estudo, entretanto, o remineralizador utilizado foi o granodiorito, cuja composição mineral apresenta maior potencial de fornecimento de potássio (K) e silício (Si), sendo uma fonte pouco expressiva de fósforo (P). Assim, caso os substratos já apresentassem disponibilidade adequada de fósforo (P), a aplicação do pó de rocha tenderia a promover respostas limitadas quanto a esse nutriente, o que pode ter contribuído para a ausência de incrementos significativos nas variáveis de crescimento avaliadas. Além disso, deve-se considerar que o período experimental de 180 dias pode ter sido insuficiente para que os efeitos da liberação gradual de nutrientes pelo remineralizador se refletissem no desenvolvimento das mudas, uma vez que a dissolução dos minerais e a disponibilização de nutrientes dependem do tempo de intemperismo e da atividade biológica do solo.

Resultados semelhantes também foram observados por Nóbrega e Santos (2025), que avaliaram a utilização de pó de rochas metamórficas provenientes da mineração como

componente de substrato na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora*. Os autores verificaram que a adição do pó de rocha promoveu incremento na altura, no diâmetro do coleto e na qualidade das mudas, destacando seu potencial como alternativa técnica, econômica e ambiental para a produção de mudas florestais. Embora o presente estudo tenha utilizado um remineralizador de composição mineral distinta (granodiorito) e não tenham sido observadas diferenças estatísticas significativas para a maioria das variáveis morfológicas avaliadas, os maiores valores médios de altura da parte aérea e diâmetro do coleto foram registrados no tratamento contendo 20% de pó de rocha (T3), indicando uma tendência de resposta semelhante, ainda que em menor magnitude.

A incorporação do remineralizador pode ter contribuído para alterações nas características físicas do substrato, como porosidade, densidade e capacidade de drenagem. Essa hipótese é sustentada pela observação visual de menor drenagem da água durante as irrigações nos tratamentos contendo pó de rocha. Entretanto, como essas propriedades físicas não foram avaliadas diretamente, essa interpretação deve ser considerada apenas como uma hipótese. Assim, recomenda-se que estudos futuros investiguem os efeitos do uso de pó de rocha granodiorito sobre os atributos físicos do substrato, especialmente porosidade, densidade e retenção de água, a fim de compreender melhor sua influência no desenvolvimento de mudas florestais.

Os resultados obtidos também devem ser interpretados considerando a ocorrência de um fator externo durante a condução do experimento. Durante as avaliações das mudas, foi observada exposição indireta a herbicida em decorrência de deriva proveniente de aplicação realizada nas proximidades da casa de vegetação. Algumas plantas apresentaram sintomas compatíveis com fitotoxicidade, secamento da região apical, redução do crescimento da parte aérea, mortalidade de algumas mudas e folhas esbranquiçadas. Dessa forma, não se pode descartar a influência desse fator sobre o desenvolvimento das plantas, especialmente nas variáveis relacionadas ao crescimento em altura e ao acúmulo de biomassa.

5. CONCLUSÃO

A adição de pó de rocha aos substratos esteve associada a maiores valores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e saturação por bases (V%) em relação ao tratamento controle, conforme observado na análise química dos substratos.

Conclui-se que, nas condições deste estudo, a utilização de pó de rocha nas proporções e tempos de incubação avaliados não proporcionou ganhos no crescimento das mudas de *Mimosa caesalpinhiifolia*, embora tenha sido observada alteração na composição química dos substratos. Considera-se que o período experimental de 180 dias pode ter sido insuficiente para evidenciar os efeitos do remineralizador sobre o crescimento das mudas, tendo em vista que remineralizadores de origem silicatada apresentam liberação gradual de nutrientes, dependente do intemperismo do material ao longo do tempo.

A limitada resposta das mudas pode estar relacionada à fertilidade inicial adequada dos substratos, às características ecológicas da espécie e à possível interferência de fatores externos durante o experimento.

Recomenda-se a realização de estudos com períodos mais longos de incubação e desenvolvimento das mudas, bem como a avaliação do uso de remineralizadores em substratos com diferentes condições de fertilidade e de seus efeitos sobre as propriedades físicas do substrato.

REFERÊNCIAS

- ALOVISI, Alessandra Mayumi Tokura et al. Rochagem como alternativa sustentável para a fertilização de solos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. esp., p. 918-932, 2020.
- AVELINO, N. R.; SCHILLING, A. C.; DALMOLIN, A. C.; SANTOS, M. S.; MIELKE, M. S. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 1733-1750, 2021.
- BORBA, Alexandre de Lima et al. Fertilizante de liberação controlada no crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 20, n. 1, p. 1-8, 2024.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1981.
- BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como categoria de insumo destinado à agricultura e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 dez. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- BRITO, A. P. de et al. Produção de mudas de *Tectona grandis* L.f. utilizando substratos orgânicos alternativos. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rolim de Moura, v. 8, n. 2, p. 395-409, 2021.
- BRONDANI, G. E. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria, Curitiba**, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.
- CARDOZO, E.; PINTO, V.; NADALETI, W.; THUE, P.; SANTOS, M.; GOMES, C.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. C.; VIEIRA, B. Sustainable agricultural practices: Volcanic rock potential for soil remineralization. **Journal of Cleaner Production, Amsterdam**, v. 466, p. 142876, 2024.
- CARVALHO, P. E. R. Sabiá – *Mimosa caesalpiniiifolia*. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2007. (Circular Técnica, 135).
- COSTA FILHO, Raimundo Tomaz da; VALERI, Sérgio Valiengo; CRUZ, Mara Cristina Pessoa da. Calagem e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em latossolo vermelho-amarelo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 89-98, 2013.
- COSTA, M. G.; ARAUJO, L. L.; SOUZA, H. J. R.; XAVIER JÚNIOR, S. R.; SILVA E SILVA, W. L. *Mimosa* L. (Fabaceae: Caesalpinioideae) no herbário Instituto Agrônômico do Norte da Embrapa Amazônia Oriental. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 13, n. 3, p. 377-384, jul.-set. 2018.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

EHLERS, Tiago; ARRUDA, Guilherme Oliveira Santos Ferraz de. Efeitos do pó de rocha basáltica adicionado em substratos para mudas de *Pinus elliottii*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 13, n. 3, p. 239-244, 2014.

EHLERS, Tiago; ARRUDA, Guilherme Oliveira Santos Ferraz de. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2014.

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

FAUSTINO, Isabella Salgado et al. Avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. In: **RECURSOS HÍDRICOS: GESTÃO, PLANEJAMENTO E TÉCNICAS EM PESQUISA**. v. 2. p. 26-39, 2022.

FERRAZ, Graciane Xavier Leal et al. Germinação de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Sm. submetidas a diferentes substratos. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 10, e900510051, 2020.

FERREIRA, B. C. **Kamafugito proveniente da região do Alto Paranaíba - MG: potencial como remineralizador de solos e fonte de nutrientes para as plantas**. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 599–609, dez. 2010.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M. Fertilidade de solos: interpretação de resultados de análise do solo.

MACHADO, Vanessa Júnia et al. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MANERICH, Amanda Aparecida. **Utilização de remineralizador no crescimento inicial de *Pinus taeda***. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2022.

MANERICH, Amanda Aparecida; LUNARDI NETO, Antônio; OLIVEIRA, Heloisa Maria de. Uso de remineralizador de basalto no crescimento inicial de *Pinus taeda*. **Ambientes em Movimento**, v. 2, n. 2, 2022.

MARINHO, Danilo da Silva et al. Qualidade e desenvolvimento inicial de mudas de itaúba, em tubetes de diferentes volumes. **Acta Biologica Brasiliensia**, Uberaba, v. 5, n. 2, p. 32-48, 2022.

MELO, Elânio Feitosa de et al. Efeito do remineralizador de solos BTGRAN na melhoria da qualidade química de Latossolo Amarelo na cultura da macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz). In: **REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO**, 8., 2024, Arapiraca. Anais [...]. Arapiraca: SBCS, 2024.

MELO, L. A. et al. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 47-58, 2018.

MENDES, M. M. C. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) inoculadas com micro-organismos simbiossiontes em condições de campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 309-320, 2013.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 11, p. 281-298.

MIRANDA, E. F.; SÁ, L. F.; SILVA, L. S.; MARTINS, A. R.; SANTOS, L. M. Efeitos de diferentes substratos na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 6, n. 3, p. 2955-2968, jul./set. 2021. DOI: 10.48017/Diversitas_Journal-v6i3-1759.

MORAES, Luiz Fernando Duarte de et al. Procedimentos metodológicos recomendados para a análise integrada entre atributos específicos e filtros ambientais na restauração de ecossistemas. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 2024.

MORAES, Luiz Fernando Duarte de; CAMPELLO, Eduardo Francia Carneiro; FRANCO, Avílio Antonio. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010. DOI: 10.4257/oeco.2010.1402.07.

NERY, E. R. A.; SARAIVA, C. S.; CRUZ, L. M. S.; SOUZA, M. M. O. R.; GOMES, F. S.; EL-HANI, C. N.; MARIANO-NETO, E. O conceito de restauração na literatura científica e na legislação brasileira. **Revista Caititu: Aproximando Pesquisa Ecológica e Aplicação**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 43-56, 2013.

NEVES, Thalita Vicente das; BARBOSA, Mariana Cristina; SENA, Karla Nascimento; MALTONI, Kátia Luciene. Rochagem no desenvolvimento inicial de eucalipto em solo arenoso. In: **ENCONTRO PAULISTA DE CIÊNCIAS DO SOLO**, 3., 2015, Ilha Solteira. Anais [...]. Ilha Solteira: UNESP, 2015.

NÓBREGA, Marcos Antonio Lima; SANTOS, Diércules Rodrigues dos. Pó de rochas metamórficas de mineração em substrato na produção de mudas de *Eucalypto citriodora*. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 21, n. 1, p. 204-209, 2025.

OLIVEIRA, V. P. et al. Desenvolvimento e qualidade de mudas de *Parkia gigantocarpa* Ducke (Fabaceae) em função de fertilizante de liberação controlada. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 16, n. 11, 2020.

PEREIRA JÚNIOR, Antônio; PEREIRA, Emmanuelle Rodrigues. Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera, Goiânia**, v. 14, n. 26, p. 922-937, 2017.

PINTO, J. R. S.; SILVA, M. L.; NOGUEIRA, D. T. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SILVA, A. N. Diferentes tipos de substratos no desenvolvimento inicial de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 180–185, jul./set. 2011.

REIS, B. E. dos; PAIVA, H. N. de; BARROS, T. C.; FERREIRA, A. L.; CARDOSO, W. da C. Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 389-396, abr./jun. 2012. DOI: 10.5902/198050985746.

RIBEIRO, Maria Clarete Cardoso et al. Tolerância do sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) à salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 123-126, 2008.

SILVA, B. T. et al. Desenvolvimento de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth e *Amburana cearensis* irrigadas com esgoto doméstico tratado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 727-736, 2021.

SILVA, O. M. das C. et al. Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 1161-1175, 2020.

SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; VALE, F. R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 205-212, 1997.

SKORUPA, L. A. et al. Roteiro para elaboração de um projeto de recomposição de áreas degradadas ou alteradas. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, 2021.

SOBRAL, Lafayette Franco et al. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2015.

SOUZA, Carlos Alberto Martinelli de et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA JÚNIOR, José Olimpio de; CARMELLO, Quirino Augusto de Camargo; FARIA, José Cláudio. Características químicas do lixiviado na fase de enraizamento de estacas de cacau em substratos adubados com fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1573-1584, 2008.

SOUZA, J. L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

TAVARES, S. R. L.; FRANCO, A. A.; SILVA, E. M. R. Produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) noduladas e micorrizadas em diferentes substratos. **HOLOS**, Natal, v. 8, p. 24-38, 2016.

TEBAR, M. M.; ALOVISI, A. M. T.; MUGLIA, G. R. P.; VILLALBA, L. A.; SOARES, M. S. P. Efeito residual do pó de rocha basáltica nos atributos químicos e microbiológicos do solo

e no estado nutricional da cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e375101119612, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19612.

THEBALDI, Michael Silveira et al. Dinâmica das características químicas de um substrato florestal exposto à irrigação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 411-420, 2015.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 721–730, 2006.

VIEIRA, Cristiane Ramos; WEBER, Oscarlina Lúcia dos Santos; SCARAMUZZA, José Fernando. Crescimento e nutrição do paricá após adubação com N, P e K. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 1, p. 17-25, 2020.

WELTER, M. K.; MELO, V. F.; BRUCKNER, C. H.; GÓES, H. T. F.; CHAGAS, E. A.; UCHÔA, S. C. P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.