

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

LARA ARÊAS TERTULIANO

ADUBAÇÃO E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Clitoria fairchildiana* R. A. HOWARD

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2021

LARA AREÂS TERTULIANO

ADUBAÇÃO E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Clitoria fairchildiana* R. A. HOWARD

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2021

LARA AREÂS TERTULIANO

ADUBAÇÃO E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Clitoria fairchildiana* R. A. HOWARD

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal


Aprovada em 30 de abril de 2021

COMISSÃO EXAMINADORA



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elzimar de Oliveira Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora



---

MSc<sup>a</sup>. Aline Ramalho dos Santos  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinadora



---

MSc<sup>a</sup>. Thaís Arão Feletti  
Fundação Universidade Regional de Blumenau  
Examinadora

## DEDICATÓRIA E EPÍGRAFE

À natureza por despertar o meu amor e admiração pelo mundo em que vivemos,

Dedico com gratidão.

## AGRADECIMENTOS

A mim, por superar limites com esforço e garra ao longo da graduação para realizar este sonho.

Aos meus pais, Gilza e Alfredo, e irmãos, Willian e Mariana por todo amor, apoio, esforço e sacrifícios, objetivando me possibilitar oportunidades que não tiveram.

A Universidade Federal do Espírito Santo, pela equipe de professores altamente capacitados e por proporcionar grandes amizades. Em especial ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira pelo acolhimento tão único.

Ao Viveiro Florestal e sua estrutura, em especial aos funcionários Otávio e Carlos pelo suporte no monitoramento e disposição para ajudar.

A minha professora orientadora Elzimar, por todo conhecimento transmitido, suporte e amizade, não somente nessa pesquisa, mas em toda minha trajetória de iniciação científica.

Aos pós-graduados, Aline, Elbya, Thaís e Emanuel, pelos conhecimentos transmitidos e oportunidade de participar de seus experimentos.

A toda turma da EF 2016, que me acompanhou ao longo da graduação promovendo grandes momentos de conhecimento, sabedoria e diversão.

Aos meus amigos, que tornaram minha estadia em Alegre uma experiência de crescimento pessoal e profissional, sempre proporcionando um apoio assíduo para realização de meus sonhos.

Em especial a Gustavo, Laís, Lunalda, Joana e Millena, que me acompanharam de perto na graduação e nessa pesquisa, se dispondo a me auxiliar na realização do experimento e coleta de dados.

A banca avaliadora pela, disponibilidade de contribuir com meu crescimento profissional na avaliação deste trabalho.

E por fim, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001, à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e a Secretária da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) pelo apoio financeiro aos projetos.

## RESUMO

A expansão agrícola e urbana contribuiu para formação de áreas degradadas, principalmente no bioma da Mata Atlântica, localizado nos principais polos de ocupação humana. Com aumento da preocupação ambiental da população e necessidade de regularização de empreendimentos que impactam negativamente o meio ambiente, a busca por mudas florestais que promovam a recuperação de áreas degradadas de forma eficiente, torna-se uma demanda cada vez maior. Neste contexto, o presente tem como objetivo analisar a influência do tipo de adubação e substrato no desenvolvimento das mudas de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), num esquema fatorial 2 x 5, sendo testados dois tipos de adubação (fertilizante de liberação controlada e prontamente solúvel) e cinco concentrações diferentes de terra de subsolo (0, 10, 20, 40 e 80%), com 4 repetições, sendo a unidade amostral constituída por 10 plantas, totalizando 400 plantas. Foram avaliadas as seguintes características: sobrevivência, altura, diâmetro do coleto, número de folhas, teor de clorofila, agregação do substrato, dificuldade de retirada do recipiente, comprimento radicular, volume radicular, atividade dos rizóbios presentes nas raízes, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total, o índice de qualidade de mudas e análise química foliar. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão linear pelos software R Studio 1.4 e SigmaPlot 12.0. O fertilizante de liberação controlada (FLC) promove os maiores ganhos no crescimento e na qualidade das mudas *C. fairchildiana*. A terra de subsolo pode ser utilizada na composição de substratos, como forma de redução dos custos de produção, incorporando no máximo 12,37% de terra de subsolo com a adição de FLC. As mudas de *C. fairchildiana* estão aptas para expedição aos 120 dias após a semeadura, respeitando os padrões propostos de qualidade de mudas.

**Palavras- chave:** Fertilização; Áreas degradadas; Qualidade de mudas.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo geral .....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1 <i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard .....	15
2.2 Fertilização na produção de mudas florestais .....	17
2.3 Fertilizante Prontamente Solúvel.....	18
2.4 Fertilizante de Liberação Controlada.....	20
2.5 Substratos .....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 Localização da pesquisa .....	23
3.2 Aquisição de sementes e substratos .....	24
3.3 Formulação de adubações .....	25
3.4 Delineamento e condução experimental .....	25
3.5 Controle de pragas e doenças.....	28
3.6 Avaliações .....	29
3.7 Análise foliar .....	31
3.8 Análises estatísticas .....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Sobrevivência e crescimento das mudas de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	33
4.2 Análises de crescimento.....	33

4.3 Análise química foliar .....	40
4.4 Qualidade das mudas para expedição .....	42
5 CONCLUSÕES .....	45
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Análise química dos substratos utilizados para compor os tratamentos experimentais. ....24
- Tabela 2 - Análise de variância e teste de médias das variáveis de crescimento de *Clitoria fairchildiana*, submetidas a dois tipos de adubação e a diferentes concentrações de terra de subsolo incorporadas ao substrato comercial. ....34
- Tabela 3 - Análise química de mudas de *Clitoria fairchildiana* sob diferentes regimes de adubação e tipos de substratos, demonstrando a posição dos elementos dentro do padrão de Malavolta et al. (1989) para espécies florestais. ....41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Formação dos tratamentos para a produção das mudas de <i>Clitoria fairchildiana</i> conforme as formas de adubação e concentrações de terra de subsolo incorporada ao substrato comercial. ....	26
--	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Indivíduo adulto de *Clitoria fairchildiana* crescendo a pleno sol (A), casca (B), folhas (C), flor (D), fruto (E e F) e sementes (G). ..... 15
- Figura 2 - Processo germinativo de *Clitoria fairchildiana*. ..... 16
- Figura 3 – Localização do município Jerônimo Monteiro no Estado do Espírito Santo (A) e do Viveiro Florestal Universitário incluso na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo (B). ..... 23
- Figura 4 - Fertilizante de liberação controlada (A) e fertilizante prontamente solúvel (B). ..... 25
- Figura 5 - Etapas de montagem do experimento. (A) preparo e homogeneização do substrato comercial, terra de subsolo e fertilizantes; (B) desinfestação das sementes de *Clitoria fairchildiana*; (C) semeadura; (D) aplicação de uma fina camada de substrato para cobrir as sementes e (E) disposição das bandejas em canteiros suspensos e condições da casa de sombra. .... 26
- Figura 6 - Etapas de condução do experimento. (A) mudas de *Clitoria fairchildiana* antes do raleio; (B) mudas após o raleio; (C) sistema de adubação de cobertura e (D) área de rustificação das mudas a pleno sol. .... 27
- Figura 7 - Modelo esquemático da bandeja de polipropileno. (A) antes da inserção de tubetes; (B) disposição das mudas na bandeja durante a permanência na casa de sombra e (C) disposição das mudas pós transferência e espaçamento na área a sol pleno. As células brancas correspondem a ausência de mudas, as verdes a presença de mudas de *C. fairchildiana* e as laranjas com símbolo “T” representam a disposição da identificação dos tratamentos. .... 28
- Figura 8 – Pragas e doença encontradas nas mudas de *C. fairchildiana* durante seu desenvolvimento, (A) *Achatina* sp., (B) *Cerotoma arcuata* Olivier e (C) *Uromyces neurocarpi* Dietel. .... 29
- Figura 9 - Disposição das mudas de *Clitoria fairchildiana*. (A) antes da seleção e (B) depois de selecionadas para análise de crescimento e qualidade das mudas. As células brancas correspondem a ausência de mudas, as

verdes a presença de mudas de *C. fairchildiana*, as laranjas com símbolo “T” representam a disposição da identificação dos tratamentos e as vermelhas as mudas selecionadas para análise radicular aos 180 dias.

- .....30
- Figura 10 - Avaliações do índice relativo de clorofila (A), diâmetro do coleto (B), altura das mudas (C), comprimento radicular (D), volume radicular (E) e massa seca radicular aos 180 dias das mudas de *Clitoria fairchildiana* (E). .....31
- Figura 11 - Índice relativo de clorofila aos 180 dias de mudas de *Clitoria fairchildiana* em função de dois tipos de adubação e diferentes concentrações de terra de subsolo incorporado ao substrato comercial. ....36
- Figura 12 - Presença de nódulos nas raízes de *C. fairchildiana* (A); corte e análise visual de coloração rósea no interior sinalizando atividade dos rizóbios (B). .....37
- Figura 13 - Agregação e disposição das raízes de *Clitoria fairchildiana*, em função dos tipos de adubação e concentrações de terra de subsolo incorporado ao substrato comercial. ....39
- Figura 14 - Taxa de crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas de *C. fairchildiana* ao longo do tempo de acordo com cada tratamento aplicado. Nas equações estão indicados os tratamentos de acordo com a adubação e porcentagem de subsolo incorporado, respectivamente, onde: L: FLC; P: FPS; 0:0%; 1:10%; 2:20%; 4:40% e 8:80%. ....43

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é dentre os biomas brasileiros o mais afetado por atividades geradoras de impactos negativos ao meio ambiente, como atividades do ramo industrial e urbanístico, pela expansão agrícola, implantação de monocultivos e extração de espécies nativas de alto valor econômico (ANDRADE et al., 2007). A exploração desordenada de recursos naturais tem contribuído diretamente para a formação de áreas degradadas e para redução populacional de espécies florestais, nesse último caso segundo o documento do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), algumas espécies podem ser classificadas em diferentes níveis de ameaçadas de extinção.

Nos últimos anos, a preocupação em se recuperar as características dos solos degradados, bem como biodiversidade perdida tem aumentado de forma exponencial, ressaltando também a demanda com relação à adequação ambiental da reserva legal, área de preservação permanente de propriedades e, empreendimentos impactantes ao meio ambiente (ALMEIDA, 2016). Com isso, a busca por mudas florestais de qualidade seguiu tendência similar, sendo uma alternativa de recuperação e cobertura eficaz de ambientes impactados por atividades antrópicas (CASTRO; FRASSETTO, 2012).

Os processos que culminam na formação de áreas degradadas provocam mudanças nas características edafoclimáticas do ambiente, gerando impactos negativos nas condições químicas, físicas, biológicas e ambientais da área, sendo assim para recuperação dessas áreas é necessário utilizar espécies de fácil propagação e tolerantes a condições extremas, como por exemplo compactação e baixa fertilidade do solo (KITAMURA et al., 2004).

Neste contexto, cita-se a *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard, popularmente conhecida como sombreiro, faveira ou palheteira, caracterizada por sua rusticidade, rápido crescimento (SANTOS, 2014) e nodulação natural com rizóbios eficientes na fixação de nitrogênio. Além disso, a espécie possui uso medicinal, paisagístico e madeireiro, sendo utilizada em caixotaria e construção civil (SOMBREIRO, 2021).

O sucesso de um projeto de recuperação de áreas degradadas, por meio do plantio de mudas, tem relação com a qualidade das mudas e com a viabilidade econômica para implantação em larga escala (GONÇALVES, 2019). Por isso, é

importante conhecer a metodologia ideal quanto ao tipo de adubação, substrato e manejo, visando maximizar a qualidade, bem como reduzir o custo e o ciclo de formação para expedição à campo (BORTOLINI, 2014).

O substrato utilizado para formação das mudas deve fornecer boa oxigenação e nutrientes, inibir a salinidade, bem como reter umidade suficiente para o crescimento das plantas (LOPES; GUERRINI; SAAD, 2007). Ademais, é fundamental encontrar-se livre de patógenos para evitar formação inadequada dos tecidos radiculares, devido ao ataque nas raízes provocando conseqüentemente desequilíbrio nutricional nas plantas pela inibição a absorção de nutrientes, além disso também deve ser isento de sementes infestantes evitando a competição por luz (COSTA, 2003).

Para alcançar formulações de substrato adequadas para cada espécie é necessário utilizar uma composição do substrato de diferentes materiais (DELARMELENA et al., 2014). Em virtude disso, ressalta-se a diversidade de processos agrícolas, industriais e de construção civil, geradores de resíduos que podem ser considerados como fonte de matéria prima para compor o meio de crescimento de mudas, diminuindo assim, os custos de produção e tornando os processos mais sustentáveis (CABREIRA et al., 2017).

A quantidade e o tipo de adubação utilizada também são cruciais para o bom desenvolvimento da muda, sendo necessário respeitar as exigências nutricionais da espécie (VIEIRA, 2015). Porém, mesmo com a tendência de aumento das pesquisas com relação às espécies florestais, devido à alta diversidade pouco se conhece da exigência nutricional de essências nativas (CAIONE et al., 2012).

Atualmente em viveiro de produção de mudas nativas é comum encontrar duas formas de adubação, a de fertilizantes prontamente solúveis e de liberação controlada (BRACHTVOGEL; MALAVASI, 2010). O modelo de fertilização prontamente solúvel se caracteriza por duas etapas: a primeira é chamada de adubação de base, onde se incorpora o mineral nas dosagens corretas ao substrato; a segunda etapa, baseia-se na aplicação de solução com os minerais diluídos ao substrato, em um intervalo constante, até o total desenvolvimento da muda, por isso chamada de adubação de cobertura (ROSSA et al., 2013b).

Os fertilizantes de liberação controlada e lenta vem ganhando cada vez mais espaço nos processos produtivos, por depender de menor manejo e mão de obra com relação à forma prontamente solúvel, seus grânulos de nutrientes são

incorporados ao substrato antes da semeadura e não necessitam de adubação de cobertura, pois por meio do contato com a umidade do solo liberam os nutrientes de forma parcelada e regulada (STÜPP et al., 2015).

Diante do exposto, testou-se as hipóteses: (i) o tipo de adubação exerce influência no desempenho das mudas de *Clitoria fairchildiana*; (ii) é possível utilizar a terra de subsolo como meio de diminuição dos custos de produção de mudas dessa espécie.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar a influência do tipo de adubação no crescimento das mudas de *C. fairchildiana* R. A. Howard e a viabilidade do uso de terra de subsolo para compor o substrato.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analisar o crescimento e formação das mudas de *C. fairchildiana* de acordo com as diferentes formas de adubação;
- Obter a proporção de terra de subsolo que pode ser incorporada ao substrato comercial sem prejuízos à qualidade das mudas;
- Determinar o tempo necessário para expedição de mudas de *C. fairchildiana* para plantio;
- Avaliar a qualidade das mudas de *C. fairchildiana* quanto às variáveis morfológicas e fisiológicas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard

A *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard também conhecida como sombreiro é uma espécie pertencente à subfamília Papilionoideae, inclusa na família botânica Fabaceae (PORTELA; SILVA; PINÃ-RODRIGUES, 2001). Geograficamente, concentra-se principalmente em áreas de Floresta Ombrófila Densa na região amazônica, florestas secundárias e em locais com solos férteis e úmidos, além disso é de comum ocorrência nas regiões Sudeste e Norte do Brasil (LORENZI, 2002). Seu porte varia de médio a grande, possuindo uma copa frondosa e frutos do tipo legumes deiscentes (DUCKE, 1949).

A casca apresenta aparência estriada, as folhas são do tipo cartáceas e sua estrutura floral possui variação de coloração com cálice de verde/rosa e corola lilás/branca (REFLORA, 2011), sendo suas flores identificadas como atrovioláceas em ráceros pêndulos (SILVA; MÔRO, 2008) (Figura 1).

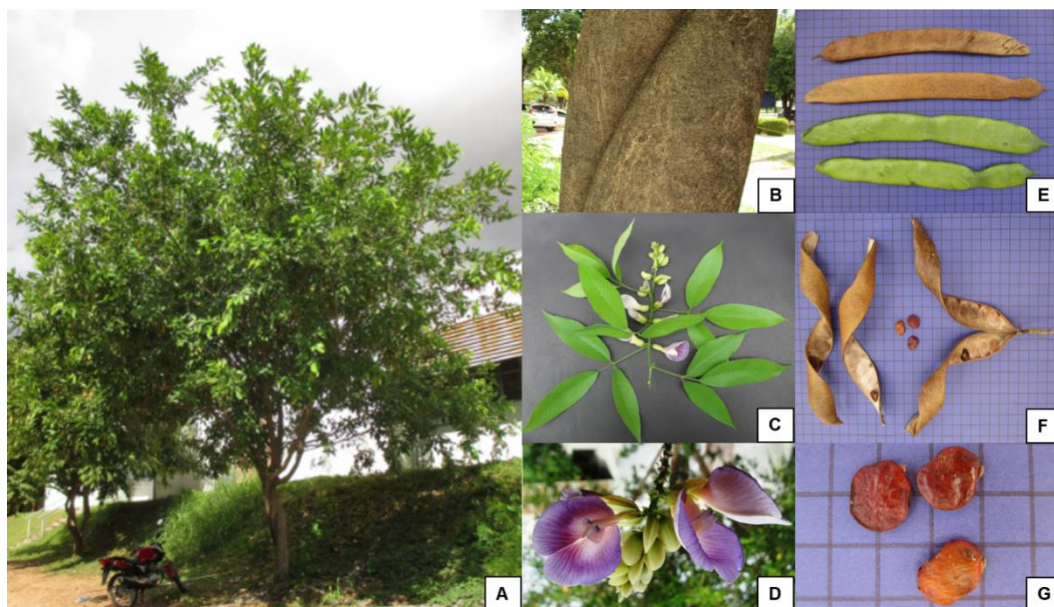


Figura 1 - Indivíduo adulto de *Clitoria fairchildiana* crescendo a pleno sol (A), casca (B), folhas (C), flor (D), fruto (E e F) e sementes (G).  
Fonte: CLITORIA (2021).

Os autores SILVA et al. (2019a) afirmam que as sementes não apresentam bloqueio interno para germinação, dispensando então tratamentos de quebra de dormência. No decorrer do processo germinativo a espécie apresenta morfologia



fanerocotiledonar, epígica e tem seu início três dias após a semeadura, por meio da protrusão da raiz primária, seguida da formação dos cotilédones, plúmula (Figura 2), e aos 26 dias a plântula está formada. Com relação ao regime de luz é classificada como fotoblástica neutra e possui boa taxa de germinação na faixa de 20 a 30°C (ALVES et al., 2012).



Figura 2 - Processo germinativo de *Clitoria fairchildiana*.

Fonte: Autora (2021).

Durante a fase de muda apresenta crescimento rápido, comportamento que se repete no campo, onde no segundo ano pós plantio pode alcançar cerca de dois metros e meio de altura e quando adulta varia de seis a doze metros (SCALON et al., 2006). Segundo Lorenzi (1992), a *C. fairchildiana* é uma espécie rústica e adaptável a diferentes ambientes, sendo portanto, muito utilizada para arborização urbana e reflorestamento.

Em função de suas características morfológicas, desde 1940 compõe a arborização de praças públicas, ruas, rodovias e estacionamentos (TREVISAN et al., 2004). Além disso, possui potencial para recuperação de áreas degradadas, principalmente, por sua capacidade de manter relação mutualística com microrganismos, por meio da formação de nódulos em suas raízes para fixação de nitrogênio atmosférico, contribuindo com o aumento da fertilidade do solo (CAÇADOR, 2011).

Cruz (2019) evidenciou que a espécie é promissora para sistemas agroflorestais, gerando benefícios pelo aumento da produtividade da área, ao fornecer pólen e néctar para as abelhas, sombreamento à espécies pecuárias e por suas sementes serem comestíveis, contendo óleo rico em vitamina A e pró vitamina D, com

sabor e cheiro agradável. Ressalta-se também sua capacidade de produção de biomassa mesmo sob estresse hídrico (ARAÚJO et al., 2007).

Ademais, sua madeira possui resistência média a moderadamente pesada, sendo empregada na construção civil para forros, divisórias de casas e para caixotaria (SILVA; MÔRO, 2008). Esta peculiaridade permite que além dos nichos de utilização citados anteriormente, a espécie também possa ser destinada a plantios para fins comerciais.

## **2.2 Fertilização na produção de mudas florestais**

Durante seu desenvolvimento, as plantas possuem demanda de nutrientes essenciais para o bom funcionamento de seu metabolismo (SILVA, 2018). Os nutrientes essenciais podem ser divididos em dois grupos: os macro e micronutrientes. No grupo do macronutrientes primários está o nitrogênio, fósforo e potássio, como macronutrientes secundários tem-se o cálcio e magnésio, e os micronutrientes requeridos em menores quantidades, porém igualmente indispensáveis, enxofre, boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio e zinco (HOPPE et al., 2004).

A fertilização mineral destaca-se por exercer grande influência na determinação da produtividade de espécies florestais, tanto em fase de viveiros como em campo (ARAÚJO et al., 2020). A carência desses elementos limita o crescimento plantas, sendo o nitrogênio o elemento que exerce maior impacto, por constituir enzimas e proteínas específicas, além de atuar em processos fisiológicos como respiração, fotossíntese, diferenciação celular e genética (CONSTANTINO, 2017).

Apesar da diversidade de espécies nativas existentes, os sintomas de deficiências nutricionais demonstram um padrão similar entre elas (SILVA, 2018). Para o déficit de nitrogênio cita-se clorose e consequente queda de folhas maduras; já para o potássio necrose nas bordas das folhas de maior maturidade que prolongam-se até as extremidades; para o cálcio ocorrem deformações e dobras em folhas jovens com necrose nas bordas; o magnésio apresenta manchas roxas nas nervuras seguida de necrose; e para o enxofre manifesta-se clorose de folhas jovens e diminuição do ângulo de inserção das folhas no caule (SARCINELLI et al., 2004).

Contudo, às necessidades nutricionais são variáveis entre as espécies, sofrendo influência da fase de desenvolvimento da muda, onde a fase inicial de

crescimento requer quantidades mais acentuadas, e estágio sucessional, no qual as pioneiras e secundárias iniciais apresentam maior demanda devido ao maior potencial de produção de biomassa e crescimento (FURTINI NETO et al., 2000). Ventura (2012) chama atenção para a singularidade de espécies de rápido crescimento, pois apresentam taxa de síntese de biomassa elevada, necessitando de maior quantidade de irrigação e nutrientes de forma equilibrada.

Dalanhol et al. (2017) afirmam que a adubação feita de forma assertiva pode acarretar em diminuição do tempo de expedição de mudas e melhor qualidade por promover maior reserva de nutrientes, assegurando menor mortalidade no transplante das mudas no campo. Além disso, identificaram ineficiência da substituição da fertilização durante a fase de crescimento pela associação com fungos micorrizos, reforçando assim, que a aplicação de nutrientes durante todos os estágios de produção de mudas é indispensável.

Portanto, o uso adequado de fertilizantes é essencial para o crescimento das mudas, a fim de proporcionar alto vigor, resistência e rusticidade capazes de garantir sucesso no plantio, mesmo sob influência de adversidades ambientais (NAVROSKI et al., 2016). Desse modo, ao possibilitar a formação de mudas com alta qualidade, tem-se maior êxito na utilização das mudas para o resgate de germoplasma, iniciativas de revegetação e a continuidade de plantios comerciais ou para fins de conservação (BRITO et al., 2018).

### **2.3 Fertilizante Prontamente Solúvel**

Os fertilizantes prontamente solúveis (FPS) são formados da mistura de diferentes proporções de macronutrientes, como o nitrogênio (N), fósforo (F) e potássio (K) e micronutrientes (manganês, enxofre, ferro, cobre, zinco, sódio, cloro e boro), sendo importante seguir as recomendações indicadas nas embalagens comerciais para que o excesso não cause danos ao desenvolvimento das mudas (SCREMIN-DIAS et al., 2006).

Dentre as fontes de nutrientes de N, P e K disponíveis no mercado, as mais utilizadas são uréia, sulfato de amônio, superfosfato simples ou triplo, cloreto de potássio e nitrato de potássio, respectivamente (SANTIAGO; ROSSETTO, 2021). Com relação aos micronutrientes, é utilizada uma combinação dos nutrientes na forma

de óxidos silicatados, que são comumente comercializados com a denominação “fritas” (HOPPE, 2004).

A adubação com FPS é caracterizada pela aplicação em duas etapas, a primeira chamada de adubação de base, em que os nutrientes são incorporados ao substrato no momento da semeadura (SILVA; STEIN, 2011). A segunda é a adubação de cobertura, realizada na forma líquida, com os nutrientes minerais diluídos em água e aplicados no substrato próximo a região do coleto da muda durante o seu crescimento, até que ela se enquadre no tamanho adequado para expedição, em um intervalo de sete a dez dias entre uma aplicação e outra, com objetivo de evitar perdas de fertilizantes por volatilização e lixiviação (SANTOS, 2008).

Cada adubação exerce papel distinto na formação estrutural da planta, visto que, são aplicada em diferentes estágios de crescimento da muda, a adubação de base, por exemplo, é responsável pelo desenvolvimento inicial, atuando principalmente na formação e crescimento do sistema radicular (PAIVA et al, 2011). Em sequência a adubação de cobertura irá atuar na manutenção nutritiva do substrato, contribuindo para o aumento do volume radicial e área foliar (SOUZA, 2015).

Na fertilização prontamente solúvel, deve-se atentar a precisão das adubações (KRUG, 1963). Simões (1971) reitera que o excesso de fertilizantes pode promover a formação de mudas com baixa qualidade fisiológica, devido a suculência dos tecidos formados e a relação caule-raiz não equilibrada, sendo responsável por causar perdas no pós plantio.

Um estudo com *Senna macranthera* demonstra a importância de conhecer a resposta das espécies a fertilização e a variável que melhor representa o acúmulo de biomassa das mudas. Foi obtido que a massa seca total têm melhor expressão da reserva de nutrientes, além disso, as doses de macronutrientes utilizadas refletiram resultados significantes para P e K, diferentemente de N, Ca, Mg e S reforçando a necessidade da continuidade de pesquisas, com intuito de possibilitar melhor precisão das adubações (CRUZ et al., 2011).

## 2.4 Fertilizante de Liberação Controlada

A categoria de fertilizante de liberação controlada (FLC) inclui aqueles cujos fatores da taxa, padrão e durabilidade de liberação são comuns em relação ao tempo (SIMÃO, 2017). Sua estrutura é caracterizada por grânulos de nutrientes minerais solúveis, revestidos de duas camadas, externamente formada por um produto insolúvel e internamente composta de polímero (BORSARI, 2013).

Comumente utiliza-se resina para envolver os elementos de maior demanda pelas plantas, N, P e K, e os micronutrientes, na camada interna do grânulo devido sua permeabilidade (MARTINS et al, 2014). Ao ser incorporado no substrato, a liberação ocorrerá de forma controlada de acordo com a variação da temperatura e umidade no recipiente, pois o contato dos grânulos com a água promove a liberação de seu conteúdo, osmoticamente (VALERI; CORRADINI, 2000).

O processo químico da liberação dos nutrientes ocorre quando a umidade presente no substrato promove alto volume de solução saturada no interior do grânulo, na sequência o gradiente de pressão formado pela relação de fase sólida e solução saturada, irá iniciar uma força motriz realizando o transporte de forma controlada e constante dos nutrientes para o exterior do grânulo (ROSSA, 2015a).

A liberação controlada ocasiona maior crescimento das plantas devido à disponibilidade nutricional com menor perda por lixiviação (NETO et al., 2003a). Outro ponto positivo dos FLC é o impedimento do excesso de salinidade, caso as mudas apresentem absorção de nutrientes lenta, e mortalidade de plantas pelo impacto causado no plantio (ROSSA, 2013b). Além disso, são eficientes na diminuição da mão de obra e manutenção de nutrientes por adubação de cobertura, devido aplicação em dose única (NAVROSKI et al., 2016)

O nitrogênio e o potássio são elementos beneficiados por este método de adubação devido a sua suscetibilidade a volatilização e lixiviação. Já que o uso de fertilizantes prontamente solúveis torna necessário o parcelamento destes elementos ao longo do desenvolvimento da muda, objetivando inibir o déficit nutricional, tornando assim a aplicação onerosa e caso haja escassez de mão de obra o uso de FPS se torna insustentável (FREITAS, 2017).

Com relação ao custo operacional da produção de mudas com o FLC permite a sua redução em razão da dispensa do parcelamento, sendo indicado para mudas

florestais, frutíferas e ornamentais (MENDONÇA et al., 2007). Tais características, juntamente com as perdas de nutrientes provocadas pelos adubos prontamente solúveis motivaram a criação deste produto, além do aumento da demanda por eficiência dos fertilizantes e a promoção da adubação de precisão nas áreas agrícolas (MATTIOLLI, 2020).

Apesar de todas as vantagens citadas anteriormente, deve-se observar o comportamento dos FLC para espécies pioneiras que apresentam um de ciclo curto de produção (NETO et al., 2003b), bem como a demanda do mercado de mudas, evitando o desequilíbrio entre parte aérea e sistema radicular, em caso de atraso na expedição. Além disso, sugere-se adequar as doses para as diferentes culturas para que não ocorra perda da viabilidade econômica da produção de mudas, tendo em vista que o investimento inicial é superior às fontes solúveis (ROSSA et al., 2013a).

Gonçalves (2009) concluiu que para a espécie *Samanea tubulosa* (Bentham) Barneby e Grimes o uso de fertilizantes de liberação controlada combinado com materiais como a casca de arroz carbonizada, serragem curtida e solo argiloso, apresentou médias absolutas maiores que para combinação com substrato comercial, com relação as variáveis altura e diâmetro do coleto da muda. Além disso ao substituir o FLC por outro tipo de adubação nenhum substrato apresentou relação superior para as variáveis. Assim, o uso desse modelo de adubação, permite maior versatilidade de insumos utilizados na composição do substrato.

## 2.5 Substratos

O substrato desempenha importante papel na formação das mudas, pois atua como reservatório de fertilizantes prontamente disponíveis ou de liberação controlada (BRASIL et al., 1999). Pode ser obtido, por meio de mistura de diferentes matérias primas, sendo necessário atentar-se à concentração de cada material utilizado, a fim de promover boa formação do torrão (BOENE et al., 2013).

As características químicas do substrato relacionam-se com a reserva de nutrientes para as plantas, são elas o valor de pH, capacidade de troca de catiônica (CTC) e salinidade (KLEIN et al., 2012). Esta característica é facilmente manipulada

através de aplicação de fertilizantes, feita de acordo com análises e recomendações técnicas (KRATZ et al., 2013).

Devido à dificuldade de manipulação das propriedades físicas, deve-se utilizar materiais que apresentem a granulometria, aeração, retenção de umidade e drenagem ideal para o crescimento das mudas durante a formulação dos substratos (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Ressalta-se a importância da característica de retenção de umidade, pois ela auxilia na construção da curva de retenção de água, sendo indicativo para elaboração do manejo hídrico mais eficaz na produção de mudas (SILVA, 2019b).

A utilização de substratos oriundos da transformação de fontes alternativas como o pó de coco e casca de árvores em matéria prima, é uma boa solução para destinação correta dos resíduos, impedindo o descarte inadequado e possibilitando a maior sustentabilidade dos processos (BRITO et al., 2018). Além disso, promovem a redução de custos da aquisição de insumos para compor o substrato (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007), uma vez que os materiais orgânicos disponíveis no mercado possuem alto custo (ABREU et al., 2019).

Segundo Serrano et al. (2006) um substrato eficiente para a produção de mudas deve ser composto por substâncias que permitam maior controle da nutrição mineral. Dentre os materiais mais utilizados estão: a vermiculita, terra de subsolo, areia, casca de árvores, serragem e esterco bovino (SANTOS et al., 2000).

Além das características químicas e físicas adequadas é preciso obter um meio de crescimento de composição e propriedades conhecidas, livre de patógenos, propágulos de ervas daninhas, de baixo custo, amplamente disponível e adaptável para diferentes espécies (FAVALESSA, 2011). Dessa forma, é possível garantir as condições ideais para o crescimento das mudas, de modo a assegurar o pegamento pós plantio e facilitar as operações florestais (SIQUEIRA et al., 2019).

Faria et al. (2016) concluíram que não há substrato ideal indicado para todas as espécies, portanto é necessário utilizar diferentes fontes para formar substratos que promovam melhor crescimento e desenvolvimento das mudas. Segundo o autor o uso reduzido de terra de subsolo contribuiu para o crescimento das mudas de *Mimosa setosa* Benth., sendo a composição de substrato com 40 % de subsolo a mais indicada para espécie.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da pesquisa

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal Universitário, localizado na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, pertencente a Universidade Federal do Espírito Santo (DCFM-CCA-UFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro- ES, apresentando latitude de 20° 47'S, longitude de 41° 24'W e altitude de 120 m (Figura 3).



Figura 3 – Localização do município Jerônimo Monteiro no Estado do Espírito Santo (A) e do Viveiro Florestal Universitário incluso na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo (B).

Fonte: Google Earth, adaptada pela autora (2021).

Com relação ao clima, a região é classificada, segundo a classificação Internacional de Köppen, como Cwa, caracterizada por apresentar verão chuvoso e inverno frio e seco, com temperatura média anual de 23,1 °C e precipitação média anual de 1341 mm (LIMA et al., 2008).



### 3.2 Aquisição de sementes e substratos

Os frutos foram coletados diretamente de cinco árvores matrizes, localizadas na comunidade de Boa Sorte, no interior do município de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil. Em seguida, foram transportados para o viveiro para secagem ao ar livre e posteriormente beneficiamento, que consistiu em separação dos frutos e sementes. A seleção das sementes foi realizada de acordo com características visuais, em que as maiores e mais vigorosas foram escolhidas para compor o estudo.

Para a formulação do substrato foram utilizadas duas fontes de matéria prima, o substrato comercial (Tropstrato Hortaliças Plus+), a base de casca de *Pinus*, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, rico em macro e micronutrientes, e a terra de subsolo obtida através de doação da Prefeitura Municipal de Jerônimo Monteiro oriunda de terraplanagem. Para a utilização da terra de subsolo foi necessário realizar um preparo, utilizando uma peneira, com finalidade de remover impurezas e partículas grandes. Após o preparo dos tratamentos de substrato foram retiradas amostras para caracterização química (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química dos substratos utilizados para compor os tratamentos experimentais.

TRAT	g/Kg						mg/Kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu	
SC + 0%	6,6	5,6	3,9	9,5	7,4	2,0	31,3	47,7	122,7	356,0	15,9	
SC + 10%	6,1	3,3	3,9	6,9	4,4	1,7	13,8	35,6	350,4	2018,6	9,4	
SC + 20%	5,5	2,4	3,3	5,9	3,3	1,9	19,3	31,4	411,2	2812,8	7,2	
SC + 40%	4,7	1,6	2,5	5,3	2,5	1,6	26,0	29,7	455,2	3340,6	6,6	
SC + 80%	4,1	0,5	2,0	4,2	1,2	1,7	21,0	18,9	492,0	2916,0	3,5	

SC: Substrato comercial; %: percentuais correspondentes à quantidade de terra de subsolo incorporada ao substrato; TRAT: tratamentos experimentais.

Fonte: Autora (2021)

### 3.3 Formulação de adubações

Para o fertilizante de liberação controlada, a dose indicada pelo fabricante foi incorporada integralmente ao substrato, utilizando-se 5 g L<sup>-1</sup> do adubo Basacote\_Plus, com tempo de liberação de nove meses, com formulação 16-8-12(+2).

Com relação à adubação com fertilizante prontamente solúvel, foram utilizadas as recomendações de Gonçalves et al. (2005), sendo incorporada ao substrato a adubação de base de acordo com o volume do tubete de 280 cm<sup>3</sup>. Assim, para cada metro cúbico de substrato acrescentou-se 150g de N, 300g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100g de K<sub>2</sub>O e 150g de fritas. Foram utilizadas como fonte desses minerais, o sulfato de amônio (21% N), o superfosfato simples (15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), o cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) e 150g de FTE BR 12 (Figura 4).

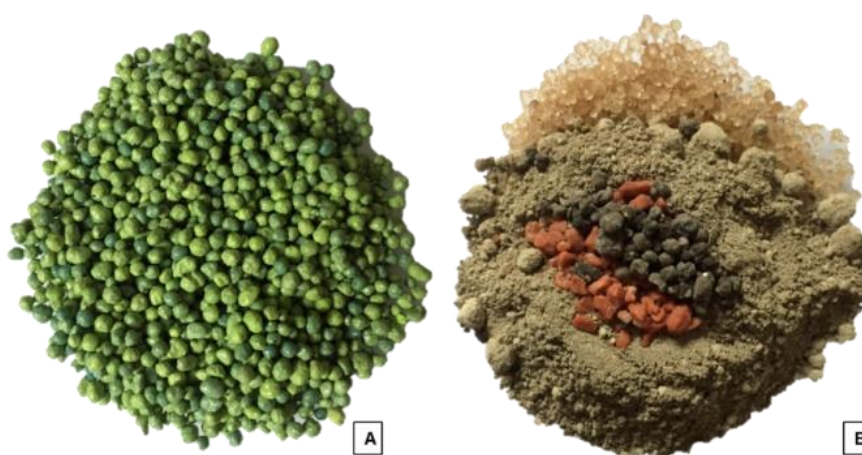


Figura 4 - Fertilizante de liberação controlada (A) e fertilizante prontamente solúvel (B).

Fonte: Autora (2021).

### 3.4 Delineamento e condução experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DBC), em esquema fatorial 2 x 5, sendo testados dois tipos de adubação (FLC e FPS) e cinco concentrações diferentes de terra de subsolo (0, 10, 20, 40 e 80%), com 4 repetições, com a unidade amostral constituída por 10 plantas, totalizando 400 plantas. A formação dos tratamentos se encontra no Quadro 1:

Quadro 1 - Formação dos tratamentos para a produção das mudas de *Clitoria fairchildiana* conforme as formas de adubação e concentrações de terra de subsolo incorporada ao substrato comercial.

Adubação	Concentração de terra de subsolo incorporada				
	0%	10%	20%	40%	80%
FLC	L0	L1	L2	L4	L8
FPS	P0	P1	P2	P4	P8

Fonte: Autora (2021).

A homogeneização do substrato foi realizada de forma manual com auxílio de pá de jardinagem, realizando o procedimento separadamente de acordo com cada tratamento, tipo de substrato e forma de adubação (Figura 5A).

Em seguida, efetuou-se a desinfestação das sementes, em álcool 70% sob agitação durante um minuto e solução de hipoclorito de sódio a 2% por três minutos, realizando tríplice lavagem em água destilada entre as mudanças de agente desinfestante e ao fim do procedimento (Figura 5B). A semeadura direta foi executada inserindo duas unidades por recipiente, a 0,3 mm de profundidade nos tubetes de polipropileno de 280 cm<sup>3</sup>, dispostos em bandejas com capacidade de 63 tubetes, alocadas sob canteiros em casa de sombra com 65% de luminosidade (Figura 5C). Por fim, as sementes foram cobertas com uma fina camada de substrato comercial (Figura 5D). O controle hídrico foi feito realizado por meio de sistema de irrigação de microaspersão, acionado automaticamente 5 vezes por dia, durante oito minutos.



Figura 5 - Etapas de montagem do experimento. (A) preparo e homogeneização do substrato comercial, terra de subsolo e fertilizantes; (B) desinfestação das sementes de *Clitoria fairchildiana*; (C) semeadura; (D) aplicação de uma fina camada de substrato para cobrir as sementes e (E) disposição das bandejas em canteiros suspensos e condições da casa de sombra.

Fonte: Autora (2021).

Aos 31 dias pós semeadura efetuou-se o raleio, procedimento em que deixou-se uma muda por tubete, sendo esta, a mais centralizada e vigorosa (Figura 6A e 6B). Após 50 dias da semeadura foram iniciadas as adubações de cobertura, seguindo a recomendação de 200g de N e 150g de K<sub>2</sub>O diluídos em 100 litros de água, que é suficiente para adubar 10 mil mudas mensalmente, utilizando sulfato de amônio (21% N) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) na forma mineral, diluídos em água destilada, aplicados semanalmente próximo a região do coleto das mudas, com auxílio de uma seringa de 5 ml (Figura 6C).

Aos 92 dias após emergência as mudas foram transferidas para a área de rustificação a sol pleno (Figura 6D), realizando-se o espaçamento entre as mudas para inibir a competição por luz e água elas (Figura 7). O regime de irrigação aplicado foi por microaspersão, acionado cinco vezes por dia, durante doze minutos



Figura 6 - Etapas de condução do experimento. (A) mudas de *Clitoria fairchildiana* antes do raleio; (B) mudas após o raleio; (C) sistema de adubação de cobertura e (D) área de rustificação das mudas a pleno sol.

Fonte: Autora (2021).

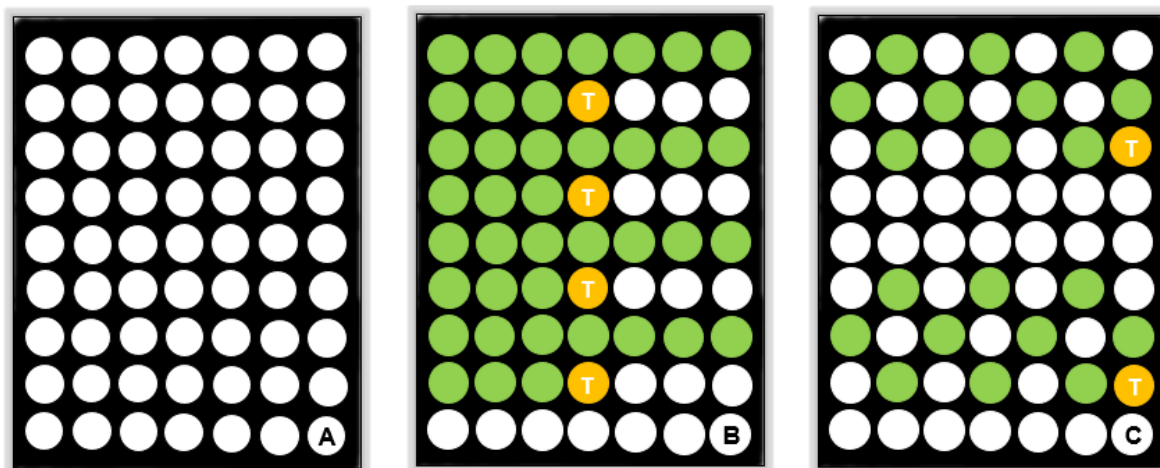


Figura 7 - Modelo esquemático da bandeja de polipropileno. (A) antes da inserção de tubetes; (B) disposição das mudas na bandeja durante a permanência na casa de sombra e (C) disposição das mudas pós transferência e espaçamento na área a sol pleno. As células brancas correspondem a ausência de mudas, as verdes a presença de mudas de *C. fairchildiana* e as laranjas com símbolo “T” representam a disposição da identificação dos tratamentos.

Fonte: Autora (2021).

### 3.5 Controle de pragas e doenças

Durante a fase inicial de crescimento na casa de sombra ocorreu infestação de *Achatina* sp. também chamado de caramujo africano (Figura 8A) e o combate foi realizado por meio de catação manual, utilizando-se luvas. Em seguida foram colocados em um balde com água e sal de cozinha (NaCl) até que parassem de movimentar, suas conchas foram quebradas e enterradas a fim de evitar futuras contaminações.

Na etapa de crescimento e rustificação das mudas, houve a ocorrência de ferrugem causada pelo fungo *Uromyces neurocarpi* Dietel (Figura 8C), cuja ocorrência de ataques em *Clitoria fairchildiana* foi identificada por outros autores (FERNANDES, 2011). Durante essa mesma fase, houve a infestação do coleóptero *Cerotoma arcuata* Olivier (Figura 8B) também conhecido como “vaquinha”, comum em espécies de leguminosas. A identificação dos vetores de praga e doença nas mudas foram identificados no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças da UFES.



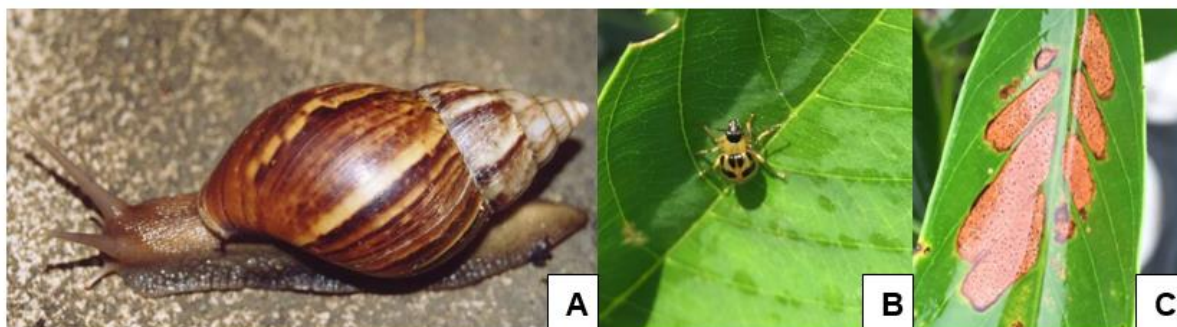


Figura 8 – Pragas e doença encontradas nas mudas de *C. fairchildiana* durante seu desenvolvimento, (A) *Achatina* sp., (B) *Cerotoma arcuata* Olivier e (C) *Uromyces neurocarpi* Dietel.

Fonte: (A) Google (2021), (B e C) Autora (2021).

Para o combate foram realizadas aplicações de dois produtos que encontravam-se disponíveis no acervo da universidade. Primeiramente, foi utilizando óleo essencial de Neem à 2,5%, porém não houve efetividade para o inseto. Assim, de acordo com a necessidade, após 30 dias da primeira aplicação foi realizada a pulverização do produto químico Keshet 25 EC, na dosagem de 20 ml por litro.

### 3.6 Avaliações

Aos 60, 90, 120, 150 e 180 dias após emergência foram determinados as seguintes variáveis: sobrevivência (S%) por meio da contagem de plântulas vivas a partir da emissão do primeiro par de folhas; altura da parte aérea (H, cm), medindo-se a altura a partir do coleto da muda até o último par de folhas, utilizando-se uma régua graduada e o diâmetro do coleto (DC, mm) determinado com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 10B e C).

Ao fim da pesquisa (180 dias), incluiu-se as variáveis de determinação do número de folhas (NF) por meio da contagem do número de folhas visíveis, o índice relativo de clorofila das folhas (IRC), através de análise de folhas intermediárias com o auxílio de um medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Figura 10A). E através da seleção de quatro mudas centralizadas dentro dos tratamentos (Figura 9) realizadas análises destrutivas, são elas: agregação do substrato, dificuldade de retirada da

muda intacta do recipiente, comprimento radicular (CR, cm) medindo-se a raiz principal, através do uso de uma régua graduada, o volume radicular (VR, cm<sup>3</sup>), obtido através do deslocamento da água, após inserção do sistema radicular seccionado e lavado em uma proveta de 500 ml de volume, atividade dos rizóbios presentes nas raízes, através de corte com lâmina esterilizada e análise visual da coloração rósea no interior dos nódulos. Na sequência, as mudas foram armazenadas em sacos de papel Kraft e alocadas em estufa de circulação forçada a 65°C, até atingir peso constante, para posterior obtenção da massa seca radicular (MSR, g planta<sup>-1</sup>), massa seca da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>) por meio da pesagem em balança analítica, com precisão de 0,0001g. A massa seca total (MST, g planta<sup>-1</sup>) foi a soma da MSPA e MSR. (Figura 10D, E e F). De posse dos dados foi calculado o índice de qualidade de mudas (IQD), através da equação (Dickson et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}}$$

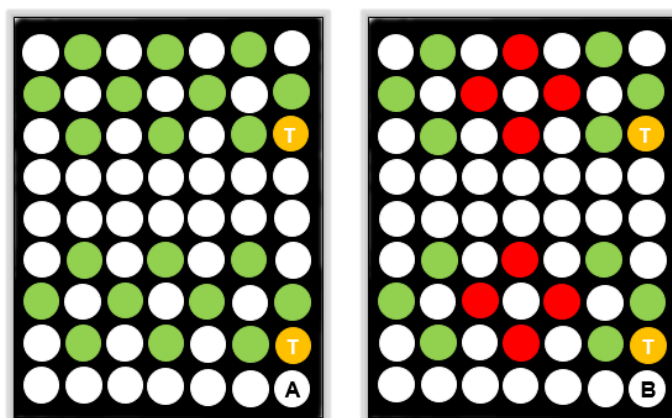


Figura 9 - Disposição das mudas de *Clitoria fairchildiana*. (A) antes da seleção e (B) depois de selecionadas para análise de crescimento e qualidade das mudas. As células brancas correspondem a ausência de mudas, as verdes a presença de mudas de *C. fairchildiana*, as laranjas com símbolo “T” representam a disposição da identificação dos tratamentos e as vermelhas as mudas selecionadas para análise radicular aos 180 dias.

Fonte: Autora (2021).

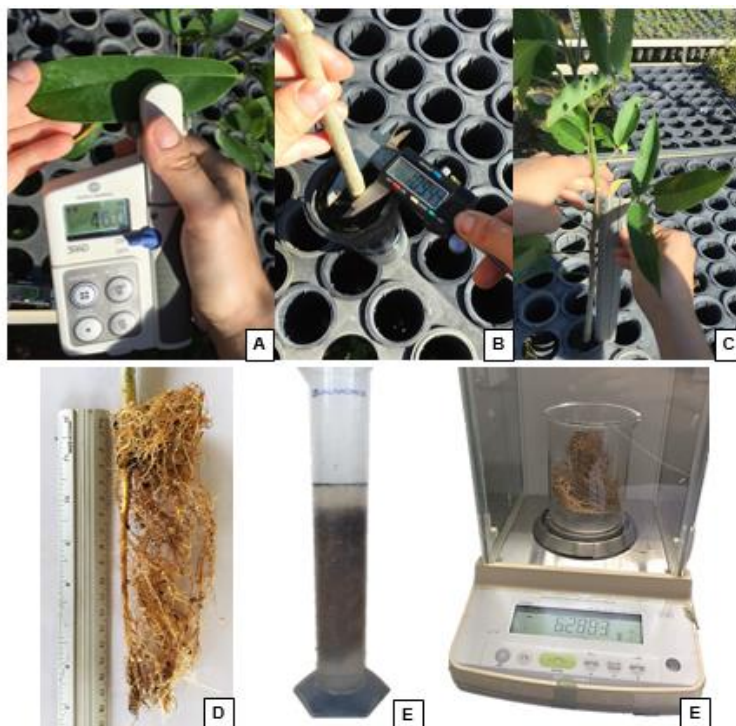


Figura 10 - Avaliações do índice relativo de clorofila (A), diâmetro do coleto (B), altura das mudas (C), comprimento radicular (D), volume radicular (E) e massa seca radicular aos 180 dias das mudas de *Clitoria fairchildiana* (E).

Fonte: Autora (2021).

### 3.7 Análise foliar

O material foliar seco em estufa, foi acondicionado em sacolas plásticas identificadas e destinado ao laboratório Labominas em Minas Gerais pelo correio, para análise química foliar para determinação do balanço nutricional.

### 3.8 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de verificação de pressuposição de normalidade (Shapiro- Wilk), em seguida submetidos à análise de variância, e ao verificar diferenças significativas, pelo teste F a 5%, os dois tipos de adubação foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, as porcentagens de terra de subsolo incorporada ao substrato comercial foram submetidas à análise de regressão, a fim de verificar a concentração ótima para cada variável, por meio da primeira derivada dos estimadores  $\beta_0$  e  $\beta_1$ . Para seleção das equações foi



considerada a significância dos parâmetros, teste t, o significado e realismo biológico dos modelos (linear e quadrático) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As análises foram realizadas utilizando o software R Studio 1.4 e SigmaPlot 12.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sobrevivência e crescimento das mudas de *Clitoria fairchildiana*

As mudas de *Clitoria fairchildiana* apresentaram elevada resistência e vigor ao longo do desenvolvimento da pesquisa, mesmo sob ataques de pragas e doenças. Aos 120 dias foi observado sobrevivência superior a 99%, momento em que se iniciou a mortalidade das mudas. Na última avaliação, aos 180 dias após a semeadura a taxa de sobrevivência foi de 98%.

Os tratamentos L8 e P8 apresentaram mortalidade de 7% aos 180 dias, indicando que altas concentrações de terra de subsolo podem ser prejudiciais a sobrevivência das mudas. A partir disso, percebe-se a importância de avaliar o desenvolvimento dessas mudas no campo, com objetivo de garantir maior sucesso na fase de implantação.

A alta porcentagem de sobrevivência pode ser atribuída ao enquadramento em classe sucessional de pioneiras, que são espécies com rápido desenvolvimento e maior tolerância a estresses ambientais. Neto et al. (2003b) destacam que existe um comportamento distinto entre as classes sucessionais, onde as pioneiras apresentam um ciclo mais curto que as que as secundárias iniciais, tardias e clímax, durante a produção de mudas via seminal em viveiros florestais.

### 4.2 Análises de crescimento

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 2), verifica-se que houve interação ( $p \leq 0,05$ ) entre os tipos de adubação e concentração de terra de subsolo incorporado ao substrato comercial para o índice relativo de clorofila. Para as variáveis altura da parte aérea, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson houve efeito isolado para o tipo de adubação, onde as maiores médias foram observadas com a fertilização de liberação controlada.

Tabela 2 - Análise de variância e teste de médias das variáveis de crescimento de *Clitoria fairchildiana*, submetidas a dois tipos de adubação e a diferentes concentrações de terra de subsolo incorporadas ao substrato comercial.

FV	GL	Quadrados médios				
		H (cm)	DC (mm)	IRC (SPAD)	NF (n°)	CR (cm)
Adubação (A)	1	113,3640*	2,7236 <sup>ns</sup>	66,7140*	2,9049 <sup>ns</sup>	0,2641 <sup>ns</sup>
Subsolo (S)	4	35,5020 <sup>ns</sup>	1,8406 <sup>ns</sup>	20,8000 <sup>ns</sup>	6,3488 <sup>ns</sup>	2,1772 <sup>ns</sup>
A X S	4	24,9080 <sup>ns</sup>	0,1601 <sup>ns</sup>	29,4950*	3,1287 <sup>ns</sup>	1,2214 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	24,6470	0,6928	9,5750	2,5133	1,0035
CV %		12,89	9,69	7,43	16,1	5,99
Média FLC		40,2071 a	8,8522 a	40,3535	10,1179 a	16,6438 a
Média FPS		36,8402 b	8,3303 a	42,9364	9,5789 a	16,8063 a

FV	GL	Quadrados médios				
		VR (cm <sup>3</sup> )	MSPA (g)	MSR (g)	MST (n°)	IQD
Adubação (A)	1	308,0250 <sup>ns</sup>	8,5563 <sup>ns</sup>	22,5299*	62,6950 <sup>ns</sup>	2,6045*
Subsolo (S)	4	72,6460 <sup>ns</sup>	15,8946 <sup>ns</sup>	4,1367 <sup>ns</sup>	35,8250 <sup>ns</sup>	1,0891 <sup>ns</sup>
A X S	4	79,6850 <sup>ns</sup>	7,3601 <sup>ns</sup>	1,6773 <sup>ns</sup>	15,0030 <sup>ns</sup>	0,3806 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	82,865	6,8236	3,3303	17,654	0,4881
CV %		30,44	35,56	35,3	33,68	33,54
Média FLC		32,675 a	7,8075 a	5,9199 a	13,7274 a	2,3380 a
Média FPS		27,125 a	6,8825 a	4,4189 b	11,2235 a	1,8277 b

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV%: coeficiente de variação; A: adubação; S: subsolo; FLC: fertilizante de liberação controlada; FPS: fertilizante prontamente solúvel; H: altura da parte aérea; DC: diâmetro a altura do coleto; IRC: índice relativo de clorofila foliar; NF: número de folhas; CR: comprimento radicular; VR: volume radicular; MSPA: massa seca da parte aérea; MSR: massa seca da raiz; MST: massa seca total; IQD: índice de qualidade de Dickson. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Teste de Tukey à 5% de probabilidade, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autora (2021).

Observa-se que o FLC influenciou o crescimento das mudas de *C. fairchildiana*, promovendo ganhos expressivos para as variáveis H e MSR, com implicação no IQD. A avaliação da altura das mudas é uma técnica eficiente de obter uma estimativa da performance das mudas no campo, já que é de fácil medição e não destrutiva

(MACIEL; PALOMINO, 2018). Desse forma, os viveiros utilizam essa variável para estimar a qualidade das mudas produzidas, sem acarretar qualquer prejuízo (GOMES, 2002).

A maioria dos viveiros não realizam análise da MSR devido à necessidade de destruição das mudas e de infraestrutura para avaliação, como estufas, balanças de precisão e embalagens (SILVA et al., 2020). Porém, ressalta-se a importância dessa avaliação, já que reflete a interação entre o substrato, nutrientes, água e planta, onde a partir de seus resultados é possível inferir sobre a qualidade das mudas e seu sucesso no pós plantio (BINOTTO, 2007).

Alves (2020) ressalta que o uso do FLC permite que as plantas absorvam e utilizem os nutrientes de forma adequada, contendo em seus grânulos todos os nutrientes necessários para o ciclo de formação da muda (macro e micronutrientes). Além disso promove a distribuição dos nutrientes de forma mais homogênea e inibe a ocorrência de salinidade no substrato, permitindo melhor desenvolvimento das mudas.

O uso dos fertilizantes de liberação controlada acarreta ainda outras vantagens, relacionadas a redução de custos operacionais, pela aplicação em dose única, disponibilidade e menor perda de nutrientes, e diminuição da possibilidade de queima de raízes por uso excessivo de adubação. Em *Aspidosperma parvifolium* A. DC. o uso do FLC também na dose de 5,0 g L<sup>-1</sup> promoveu ganho na qualidade das mudas (MENEGATTI, 2017).

O índice relativo de clorofila máximo aos 180 dias foi 42,13 spad, observado para a adubação com fertilizante de liberação controlada na concentração de 12,38% de terra de subsolo em substrato comercial. Não houve significância dos modelos de regressão testados para o fertilizante prontamente solúvel (42,94 spad) (Figura 11).

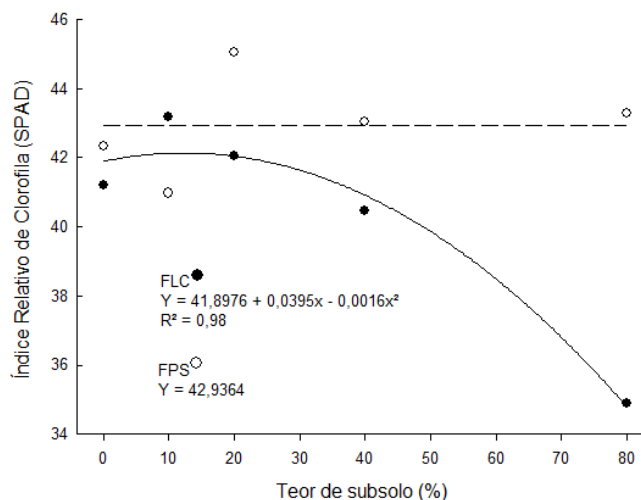


Figura 11 - Índice relativo de clorofila aos 180 dias de mudas de *Clitoria fairchildiana* em função de dois tipos de adubação e diferentes concentrações de terra de subsolo incorporado ao substrato comercial.  
Fonte: Autora (2021).

Segundo Minolta (2013) o IRC reflete o estado geral das plantas, com valores variando de 0 a 50 spad em condições de temperatura e umidade normais, sendo que quanto maior seu valor melhor o estado nutricional da muda.

Apesar do teor de subsolo ideal obtido, a autora indica a utilização de uma concentração de até 20% sem que haja grandes perdas no IRC. De acordo com os resultados da ANOVA, não houve diferença entre as concentrações de terra de subsolo de forma que se pode utilizar valores ainda maiores, contudo a recomendação é manter concentrações abaixo de 40% devido a ergonomia das atividades de produção de mudas.

A tendência de diminuição do IRC de acordo com o aumento da concentração de terra de subsolo no substrato pode estar relacionada com a menor disponibilidade de nutrientes no substrato, com exceção dos micronutrientes B, Mn e Fe. (Tabela 1). Isso reforça que para adubação com fertilizante prontamente disponível a quantidade de solo incorporado pode ter influenciado na retenção dos elementos (Tabela 3), exceto para o N, S, Mn, e Fe.

Na análise foliar (Tabela 3) não foi observado deficiência do nitrogênio nas folhas, o que pode estar relacionado à associação com rizóbios, fazendo com que os teores se mantenham acima do indicado, considerando a constatação da atividade dos organismos nas raízes (Figura 12).

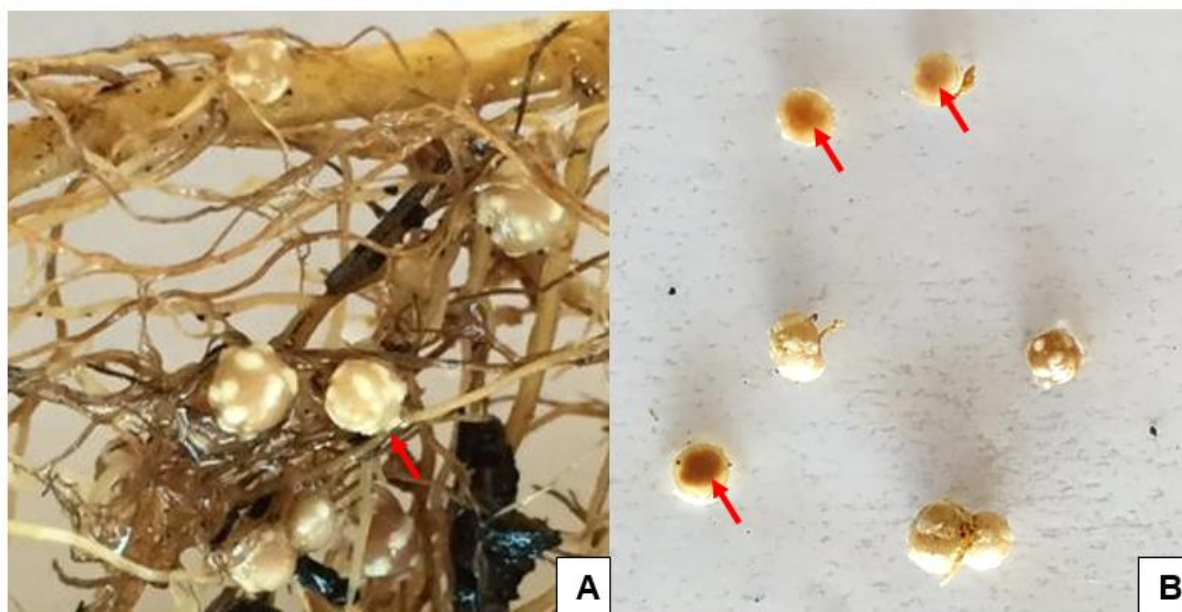


Figura 12 - Presença de nódulos nas raízes de *C. fairchildiana* (A); corte e análise visual de coloração rósea no interior sinalizando atividade dos rizóbios (B).  
Fonte: Autora (2021).

Como o Nitrogênio é um dos elementos essenciais na síntese de clorofila, o uso do ICR irá indicar a quantidade de nitrogênio presente na planta (LEONARDO et al., 2013), facilitando as correções da adubação por apresentar uma resposta rápida e barata em relação a análise foliar.

Brito (2018) verificou que para a espécie *Schinopsis brasiliensis* Engler há influência da adubação de liberação controlada, com o incremento da clorofila, estando relacionada com a disponibilidade dos elementos que a formam, principalmente o nitrogênio. Também foi encontrado melhoria na capacidade de troca catiônica do substrato, o que contribui para maior armazenamento dos nutrientes.

De modo geral, o IQD comprova a eficiência do método de adubação com FLC, levando em consideração um ganho de 22% nas mudas submetidas a este método de adubação. Além disso a produção de biomassa radicular apresentou uma diferença de 25% entre FLC e FPS, demonstrando o favorecimento da adubação com FLC para o acúmulo de reservas na raiz.

Em áreas degradadas devido às condições edafoclimáticas o estabelecimento inicial da cultura irá direcionar a sucesso do projeto. Assim, o uso de métodos que garantam uma boa relação entre área fotossintética e desenvolvimento radicular,

promoverá maior exploração e recobrimento do solo, bem como melhor capacidade competitiva com espécies indesejadas.

Muniz et al. (2013) verificaram que a produção de mudas de *Eucalyptus* sp. submetidas à diferentes tipos de adubação obtiveram melhor desempenho para as variáveis CR, H, DC, MSPA, MSR e Razão da MSR/MSPA com a aplicação de fertilizantes de liberação controlada. Esses resultados se devem principalmente as características deste fertilizante, com relação à disponibilidade e menor perda por lixiviação e volatilização.

Em pesquisa realizada com as espécies *Guazuma ulmifolia*, *Croton floribundus*, *Gallesia integrifolia*, *Peltophorum dubium* e *Myroxylon peruiferum*, os maiores valores de altura foram observados utilizando-se o adubo de liberação controlada (NETO, 2003b). Para o *Eucalyptus globulus* constataram que a variável MSR é altamente responsiva as doses de fertilizante de liberação controlada, apresentando máximo de crescimento na dose 7,5 kg m<sup>-3</sup> (PEZZUTTI; SCNUMACHER; HOPPE, 1999).

Feletti et al. (2018) ao submeter a espécie verificou que para *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl a doses de adubação convencional alcançou as médias de MSR (3,4475 g) e IQD (3,59) na dose de 5,0 Kg m<sup>-3</sup> aos 180 dias. Em comparação, para MSR o sombreiro apresentou média superior independente da adubação, já para o IQD a média inferior mesmo com a adubação controlada.

O índice de qualidade de Dickson indica a excelência do desenvolvimento das mudas, assim quanto maior seu valor melhor a qualidade, podendo garantir desempenho superior pós expedição (BERNARDINO et al., 2005). Isso considerando a robustez e distribuição equilibrada de biomassa ao longo da muda, baseado em atributos importantes como massa seca da parte aérea, radicular e total, bem como altura e diâmetro das mesmas (CRUZ, 2004).

Além disso, durante o processo de avaliação de caráter destrutivo aos 180 dias, foi observado que os substratos obtiveram boa agregação (Figura 13), permitindo bom desenvolvimento radicular. Fagundes e Fialho (1987) citam que a adição de terra de em vermiculita promove a melhor conglomeração do substrato, além de ganhos no crescimento em altura.

Com relação a rusticidade, as mudas apresentaram um colo vigoroso e rígido, com aparência madura e lenhosa (Figura 13). Para a retirada das mudas dos tubetes foi observada facilidade em todos os tratamentos, sendo que as raízes se

encontravam bem distribuídas e desenvolvidas. Essa caracterização visual do torrão demonstra que o substrato promoveu bom desempenho das mudas, além de demonstrar a possibilidade contribuição do método de produção ao utilizar recipientes como tubetes com estrias internas, que tem a função de reduzir as chances de enovelamento (GOMES et al, 2003).

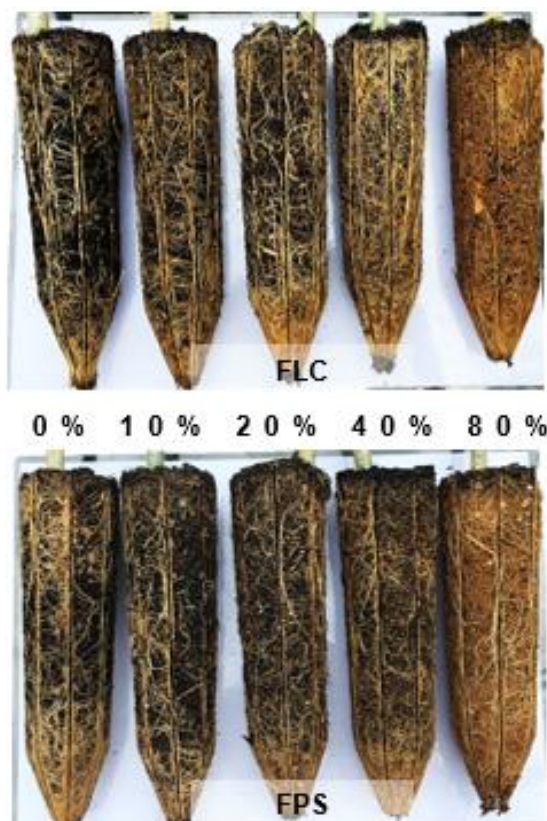


Figura 13 - Agregação e disposição das raízes de *Clitoria fairchildiana*, em função dos tipos de adubação e concentrações de terra de subsolo incorporado ao substrato comercial.

Fonte: Autora (2021).

Almeida et al. (2019) enfatiza que além dos ganhos para as características das mudas é importante atentar-se ao fator de custo e disponibilidade de mão de obra para as atividades de rotina nos viveiros. Os autores citam que para espécies do gênero *Citrus* sp. a fertilização de liberação lenta tem custo de 8% maior em relação ao sistema prontamente disponível, porém sua utilização é recomendada devido à redução dos custos com mão de obra.

A possibilidade do uso da terra de subsolo como componente do substrato é vantajosa economicamente, neste estudo o material foi obtido por meio de doação, contribuindo para a redução de custo do substrato em 20% com efetividade na produção de mudas sem que haja prejuízos à qualidade. Araújo et al. (2017)



verificaram que para *Schizolobium amazonicum* cultivados sob diferentes proporções de composto orgânico e subsolo obtiveram as melhores médias para as variáveis H, DC, MSPA, e IQD na composição de 80:20 (composto: subsolo).

Constatada a possibilidade do uso de terra de subsolo recomenda-se atentar a ergonomia das atividades no viveiro (AGUIAR et al., 1989). Estudos indicam que para evitar danos futuros a saúde dos trabalhadores é indicado não realizar transferência de bandejas e sacos de substrato de forma manual, e recomenda-se que a cada hora de trabalho se inclua um intervalo de 10 a 15 minutos, juntamente com alongamentos, revezamento das funções operacionais e uso correto de equipamento de proteção individual (MACIEL; BRASILEIRO; FREITAS, 2012).

### **4.3 Análise química foliar**

Observou-se que não houve um padrão com relação ao tipo de adubação e composição do substrato com a quantidade depositada de nutrientes. A adubação nutricional não foi suficiente para manter os níveis de todos os elementos nas mudas dentro do padrão desejado (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise química de mudas de *Clitoria fairchildiana* sob diferentes regimes de adubação e tipos de substratos, demonstrando a posição dos elementos dentro do padrão de Malavolta et al. (1989) para espécies florestais.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
	g/Kg						mg/Kg				
L0	33,4	2,6	6,8	7,3	2,2	1,2	25,3	18,5	110,0	93,8	4,5
L1	37,4	2,4	7,3	8,0	2,4	1,1	22,4	16,3	112,3	90,0	3,9
L2	30,6	2,8	8,5	8,9	2,4	1,4	21,6	20,1	106,9	84,2	5,5
L4	35,4	2,3	7,3	8,5	2,0	1,1	19,2	17,2	79,5	87,9	4,9
L8	34,0	2,4	8,2	12,3	2,0	1,3	23,2	23,0	61,4	95,0	4,4
P0	35,4	2,2	7,4	9,5	1,8	1,7	24,5	21,0	292,0	116,3	3,0
P1	35,9	2,6	6,0	8,2	1,9	1,1	23,9	18,7	273,9	95,2	2,2
P2	33,4	2,4	7,2	9,4	1,9	1,0	23,7	22,4	208,6	110,5	3,3
P4	34,0	3,0	7,9	9,3	1,8	1,3	28,9	21,8	148,8	101,1	2,5
P8	31,3	2,7	7,9	8,8	1,7	1,1	27,7	20,3	102,9	84,4	2,6
TEORES INDICADOS PARA ESSÊNCIAS FLORESTAIS											
Mín	12,0	1,0	10,0	3,0	1,5	1,4	50,0	20,0	5,0	40,0	20,0
Máx	35,0	2,5	17,0	9,0	2,5	2,6	200,0	60,0	15,0	600,0	70,0

■ Teor abaixo do ideal      ■ Teor ideal      ■ Teor acima do ideal  
 TRAT: tratamentos; Mín: mínimo; Máx: máximo.  
 Fonte: Autora (2021).

O déficit de nutrientes pode estar relacionado ao desequilíbrio entre a velocidade de absorção de nutrientes pelas mudas e a quantidade de água fornecida ser maior que o necessário, contribuindo para lixiviação dos nutrientes. O planejamento do viveiro em que o estudo foi desenvolvido considera as necessidades das espécies mais exigentes (não pioneiras). Portanto, recomenda-se a distribuição estrutural das mudas nas áreas de produção de forma estratégica, fundamentada na rusticidade, realizando um controle de irrigação específico para cada espécie.

O fator irrigação pode ter influenciado os níveis de potássio devido sua mobilidade. O elemento é absorvido tanto na forma trocável quanto não trocável, através da solução do solo por meio de fluxo de massa ou difusão (BRUN et al., 2012). Sendo assim, a quantidade de água presente no substrato vai influenciar diretamente em sua perda por lixiviação, geralmente, fontes menos solúveis inibem esse processo.

A média de perda com uso de FLC foi 4% menor, se comparada com adubação convencional.

Estudos com as espécies *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa*, *Tibouchina granulosa*, a *Aspidosperma polyneuron* e o *Platycyamus regnellii* mostraram que existe uma relação entre a omissão de K ou Ca no aumento da quantidade de Mg reservada nos tecidos foliares (DUBOC et al., 1996; BRAGA et al., 1995).

Para o fósforo e o zinco nota-se que existe uma relação onde acordo com o aumento de um ocorre a diminuição do outro. Fernandes et al. (2007) também observaram esse padrão, ao analisar a absorção de nutrientes pela espécie *Cordia goeldiana* HUBER submetidas a tratamentos com diferentes doses de fósforo e zinco. Fato constatado também para *Cedrela fissilis* (PAIVA et al., 2003) e *Eucalyptus* sp. (SOARES et al. 2001).

O cálcio fornecido por meio do substrato e adubação foi suficiente para atender as demandas das mudas, diferentemente do enxofre. Duboc et al. (1996) em pesquisas com *Copaifera langsdorffii* e *Hymenaea courbaril* relataram a ocorrência de inibição de absorção entre o S e Ca, em que a omissão do primeiro causa um favorecimento do acúmulo do segundo. Portanto é possível que essa reação tenha acontecido durante a absorção de nutrientes para a *Clitoria fairchildiana*.

A deficiência do elemento B e o Cu foi observada em todos os tratamentos. O boro é responsável por compor a parede celular, participando da síntese de pectina, celulose e lignina (BARRETTO et al., 2007). O cobre atua no metabolismo das plantas, transportando elétrons na cadeia respiratória e como cofator de múltiplas reações. Com isso, a adequação nutricional é necessária para que não ocorra diminuição do crescimento das mudas.

Embora a análise química foliar aponte a possibilidade de ocorrência de competição ou deficiência de alguns elementos, as mudas exibiram alta adaptabilidade e rusticidade, indicando grande potencial para compor projetos de recuperação de áreas degradadas.

#### **4.4 Qualidade das mudas para expedição**

De acordo com manual de produção de mudas de espécies florestais nativas no momento da expedição as mudas devem apresentar altura superior a 30 cm,

diâmetro do coleto rígido e com aparência lenhosa, não apresentar pragas e doenças, o sistema radicular deve estar bem desenvolvido e a remoção do tubete deve ser realizada facilmente, para não comprometer o rendimento operacional (SCREMIN-DIAS et al., 2006).

As mudas produzidas neste estudo aos 180 dias se encaixam nos padrões necessários para expedição, baseado no crescimento em altura, diâmetro do coleto (Figura 14), desenvolvimento radicular (Figura 13), facilidade de remoção e ausência de pragas e organismos patogênicos.

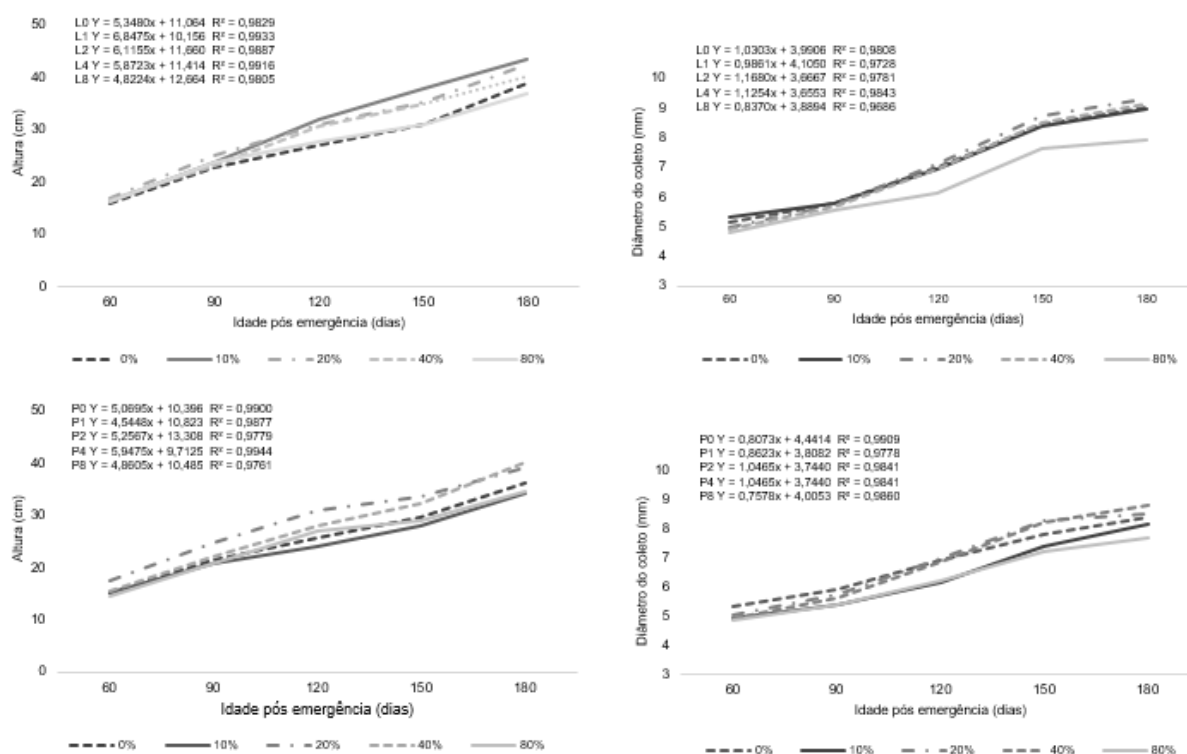


Figura 14 - Taxa de crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas de *C. fairchildiana* ao longo do tempo de acordo com cada tratamento aplicado. Nas equações estão indicados os tratamentos de acordo com a adubação e porcentagem de subsolo incorporado, respectivamente, onde: L: FLC; P: FPS; 0:0%; 1:10%; 2:20%; 4:40% e 8:80%.

Fonte: Autora (2021).

A parte aérea deve ser bem formada, contudo sua altura não deve ultrapassar o valor de três vezes o tamanho do recipiente, devido a necessidade de manter o equilíbrio entre parte aérea e sistema radicular. As mudas ainda devem apresentar uniformidade entre si, ausência de estiolamento, bifurcações e tortuosidade atípicas para espécie (IMPLANTAÇÃO, 2014).

As mudas de *C. fairchildiana* também atendem a esses quesitos, encontrando-se aptas para condução à campo. Porém, especial atenção deve ser dada a demanda de mudas, pois caso não esteja alta no momento da expedição as mudas podem ultrapassar o limite máximo de 57 cm, de acordo com o recipiente utilizado.

A idade de expedição é variável e está relacionada com a espécie, de forma geral. O tempo médio de permanência das mudas é de cinco meses, mas para espécies com crescimento lento isso pode se estender até doze meses. De acordo com os critérios de SCREMIN-DIAS et al. (2006) é possível expedir mudas de *C. fairchildiana* com no mínimo quatro meses (120 dias) (Figura 14).

Oliveira et al. (2016) destaca que para espécies de ambientes florestais as mudas devem apresentar altura superior a 50 cm. De acordo com esta literatura as mudas de sombreiro não atingiram a altura ideal ao fim do experimento. Entretanto, utilizar desse padrão pode ser arriscado, caso ocorram mudanças repentinas no mercado e seja necessário manter as mudas por mais tempo no viveiro.

Dentre os problemas encontrados em mudas com idade avançada no viveiro tem-se o desequilíbrio da relação da parte aérea com a raiz, brotações laterais e desuniformidade do caule. Os métodos de contornar essas adversidades são: realização de podas da parte aérea, porém retira a dominância apical das mudas e dependendo do objetivo do projeto elas não poderão ser utilizadas, realização de poda de raízes, supressão de adubação e irrigação, e aumento do espaçamento entre as mudas, o que pode conflitar com espaço disponível nos canteiros do viveiro (MACEDO, 1993).

Uma alternativa para expedir mudas com a altura proposta por este autor é optar por recipientes maiores, o que pode implicar em menor rendimento e eficiência nas atividades de rotina do viveiro e maior custo. Portanto, sugere-se considerar a importância do equilíbrio entre a parte aérea e radicular das mudas, como critério para o encaminhamento das mudas ao campo (VIEIRA et al., 1998).

## 5 CONCLUSÕES

- O fertilizante de liberação controlada (FLC) promove maiores ganhos no crescimento e na qualidade das mudas *Clitoria fairchildiana*;
- É possível utilizar a terra de subsolo como forma de redução dos custos de produção, sem causar danos ao índice relativo de clorofila de mudas de *C. fairchildiana*, incorporando até 12,37% de terra de subsolo com a adição de FLC;
- O tempo mínimo para a expedição das mudas *C. fairchildiana* é de 120 dias, respeitando os padrões propostos de qualidade de mudas;
- As mudas apresentam um bom desenvolvimento da parte aérea e radicular, com potencial para projetos de recuperação e cobertura de áreas degradadas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. et al. Caracterização de bio sólido e potencial de uso na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 591-599, 2019.

AGUIAR, I. B. et al. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **IPEF**, n. 41/42, p. 36-43, 1989.

ALMEIDA, D. S. **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editora da UESC, 3ª ed., 2016.

ALMEIDA, U. O. et al. Fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas de frutíferas. **South American Journal**, v. 6, n. 1, p. 518-527, 2019.

ALVES, M. M. et al. Potencial fisiológico de sementes de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae submetidas a diferentes regimes de luz e temperatura. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2199-2205, 2012.

ALVES, R. C. **Associação de fertilizante de liberação controlada e remineralizados para a produção de mudas de *Solanum diploconos* e *Mimosa flocculosa***. 2020. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

ANDRADE, L. A., OLIVEIRA, L. S. B., VIEIRA, R. M., GONÇALVES, G. S. Viveirismo para agricultores familiares: Uma iniciativa capaz de gerar trabalho e renda, além de promover a inclusão social. **Extensão Cidadã**, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2007.

ARAUJO, E. F. et al. Crescimento e qualidade das mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017.

ARAUJO, J. C. et al. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na pré-amazônia. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007.

ARAUJO, M. S. et al. Desenvolvimento inicial e nutrição de mudas de mogno-africano em resposta à adubação nitrogenada e fosfatada. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 125, p. 1-12, 2020.

BARRETTO, V. C. M. et al. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Scientia Florestalis**, n. 76, p. 21-33, 2007.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) BRENAN em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e d índice de qualidade de dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliotti* var. *elliotti* – Engelm.** 2007. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BOENE, H. C. A. et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v.43, n. 3, p. 407-420, 2013.

BORSARI, F. Fertilizantes inteligentes: As novas tecnologias permitem o consumo dos nutrientes pelas plantas de forma gradativa, lenta e controlada. **Agro DBO**, p. 54-57, 2013.

BORTOLINI, J. **Produção de mudas de espécies arbóreas nativas para a recuperação de áreas degradadas utilizando cama de aviário e lodo de esgoto.** 2014. 44 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

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**, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.

BRAGA, F. A. et al. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 18-31, 1995.

BRASIL, E. C. et al. **Nutrição e adubação: conceitos e aplicações na formação de mudas de pimenta longa.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999 (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 13).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº443, de 17 de dezembro de 2014. **Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-deextincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>>. Acesso em: 10 jan. 2021.



BRITO, L. P. S. et al. Produção de mudas de *Schinopsis brasiliensis* Engler sob prévia lavagem do pó de coco e submetidas a doses crescentes de fertilizante de liberação controlada. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1022-1034, 2018.

BRUN, E. J. et al. Avaliação nutricional de espécies nativas utilizadas na arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria - Rs. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 1, p. 89-111, 2012.

CABREIRA, G. V. et al. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 165-167, 2017.

CAÇADOR, D. A. **Crescimento de mudas de sombreiro (*Clitoria fairchildiana* Howard) em substratos contendo diferentes materiais orgânicos**. 2011. 41 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.

CASTRO, M. C.; FRASSETTO, E.G. **Acompanhamento de mudas florestais com utilização de fertilizantes minerais na recuperação de uma área degradada**. 2012. 12 p. Artigo (Bacharel em Engenharia Ambiental), Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2012.

**CLITORIA fairchildiana** R.A. HOWARD. Disponível em: <https://arvoresdaufmt.wixsite.com/campusbosques/clitoria-fairchildiana>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. submetida à enxertia**. 2017. 135 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

COSTA, P. C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos**. 2003. 119 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal - Horticultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade das mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 100-107, 2004.

CRUZ, C. A. F. et al. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em argissolo vermelho-amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 63-76, 2011.

CRUZ, E. D. **Germinação de sementes de espécies amazônicas:** palheteira (*Clitoria fairchildiana* R.A.Howard). Embrapa Amazônia Oriental, 2019 (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 314).

DALANHOL, S. J. et al. Efeito de micorrizas e da fertilização no crescimento de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg., produzidas em diferentes substratos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 931-945, 2017.

DELARMELINA, W. M. et al. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee at Lang). **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica:** as leguminosas da Amazônia Brasileira. [S.l.]: Instituto Agrônômico do Norte, 1949 (Instituto Agrônômico do Norte. Boletim Técnico, 18).

FAGUNDES, N. B.; FIALHO, A. A. Produção de mudas de *Eucalyptus* via sementes no sistema tubete na COPENER. In: SIMÕES, J. W. **Problemática da produção de mudas em essências florestais**. Série técnica IPEF, Piracicaba, 4(13): 20-7, 1987.

FARIA, J. C. T. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1075-1086, 2016.

FAVALESSA, M. **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de Acacia mangium**. 2011. 60 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

FELETTI, T. A. et al. Growth and nutrition of *Paratecoma peroba* seedlings in different tube volumes and controlled-release fertilizers. **Floresta**, v. 50, n. 3, p. 1613-1622, 2020.

FERNANDES, A. R. et al. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* HUBER) em função de doses de fósforo e de zinco. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 599-608, 2007.

FERNANDES, L. S. **Levantamento de fungos em mudas produzidas em viveiro florestal**. 2011. 34 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

FREITAS, T. **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro: eficiência e custos**. 2017. 97 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. E. de; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 351-383.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 665-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. de M., SANTARELLI, E. G., MORAES NETO, S. P., MANARA, M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**. In: GONÇALVES, J. L. de M. & BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, Piracicaba, p. 309- 350, 2005.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: **Congresso Latino Americano de Ciência Do Solo**, 13, 1996. Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: 1996. CD-ROM.

GONÇALVES, L. C. **Análise socioeconômica de um viveiro florestal para produção de mudas de espécies nativas no assentamento índio galdino**. 2019. 60 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.

GONÇALVES, R. C. Substratos e fertilizantes de liberação controlada para a produção de mudas de *Samanea tubulosa* (Bentham) Barneby e Grimes. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, p. 245-251, 2009.

HOPPE, J.M. et al. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria, Caderno Didático, n.1, 2 ed., 2004, 388p.

**IMPLANTAÇÃO de Viveiro de Mudas**: Manual de Orientação. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2014.

KITAMURA, A. E. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 405-416, 2004.

KLEIN, C. et al. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 18, n. 2, p. 115-124, 2012.

KRATZ, D. et al. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

KRUG, H.P. Alguns problemas em viveiros de *Pinus* spp. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 47-57, 1963.

LEONARDO, F. A. P. et al. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 377-383, 2013.

LIMA, J. S. de S. et al. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre, ES. **Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 2, p. 327-332, 2008.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil. São Paulo: Nova Odessa, Ed. Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil. 2 ed. São Paulo: Nova Odessa, 2002.

MACEDO, A. C. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

MACIEL, C. M. S.; BRASILEIRO, M. P.; FREITAS, L. C. Avaliação ergonômica das atividades de produção de mudas em Viveiro Florestal de Vitória da Conquista – BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 2427-2423, 2012.

MACIEL, J. L. M.; PALOMINO, E. C. Influência da matriz na qualidade de mudas de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose. **Revista Instituto Florestal**, v. 30, n. 2, p. 151-157, 2018.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: Princípios e Aplicação. Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, 1989.

MARTINS, I. S. et al. Condições, modos de aplicação e doses de ureia revestida por polímeros na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 271-279, 2014.

MATTIOLLI, L. **Desenvolvimento de fertilizantes de liberação lenta com base em biocarvão de bagaço de cana-de-açúcar**. 2020. 71 p. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2020.

MENDONÇA, V et al. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.

MENEGATTI, R. D. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 1, p. 45-49, 2017.

MINOLTA, K. **Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus**: instrution manual. Editora Konica Minolta, Japão, 2013.

MUNIZ, C. O. et al. Efeito de diferentes adubos NPK no processo de produção de mudas de eucalipto. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n.17; p. 1162-1168, 2013.

NAVROSKI, M. C. et al. Procedência e adubação no crescimento inicial de mudas de cedro. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v. 36, n. 85, p. 17-24, 2016.

NETO, S. P. M. et al. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p.129-137, 2003a.

NETO, S. P. M. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 779-789, 2003b.

OILVEIRA, M. C. et al. **Manual de Viveiro e Produção de Mudas: Espécies do Arbóreas Nativas do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016.

PAIVA, H. N. et al. **Cultivo do Eucalipto: Implantação e Manejo**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2011.

PAIVA, H. N. et al. Teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) submetidas a doses crescentes de zinco. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2003.

PEZZUTTI, R. V.; SCNUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalipto globulos* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

REFLORA. **INCT-Herbário Virtual da Flora e dos Fungos – REFLORA e o Serviço Exsiccatae: imagens online de espécimes**. Disponível em: <http://inct.florabrasil.net/reflora/>. Acesso em: 01 de fev. 2021.

ROSSA, U. B. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 841-852, 2015.

ROSSA, U. B. et al. Fertilizantes de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 93-104, 2013b.

ROSSA, U. B. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013a.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Árvore do conhecimento cana-de-acúcar: Adubação mineral. Disponível em:** <[SANTOS, A. C. V. \*\*Produção de Mudas Florestais\*\*. Niterói: Programa Rio Rural, n. 6, 2008.](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_38_711200516717.html#:~:text=As%20fontes%20de%20nitrog%C3%AAnio%20(N,de%20P2O5)>. Acesso em: 27 de abr. de 2021.</p></div><div data-bbox=)

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, R. A. F. **Estudo fitoquímico e avaliação biológica dos flavonóides isolados de *Clitoria fairchildiana* R. A. HOWARD**. 2014. 137 p. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

SARCINELLI, T.S. et al. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Sociedade de Investigações Florestais**, v. 28, n. 2, p.173-181, 2004.

SCALON, S. P. Q. et al. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.

SCREMIN-DIAS, et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Campo Grande: Editora UFMS, 2006.

SERRANO, L. A. L. et al. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 487-491, 2006.

SILVA, A. M. et al. Controle de qualidade no processo de produção de mudas florestais. In: FRANCISCO, P. R. M. et al. **Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia**. 2 ed. Campina Grande: EPETEC, 2020. Capítulo 11, p. 80-90.

SILVA, B. M. S; MÔRO, F. V. Aspectos Morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 195-201, 2008.

SILVA, D. S. N. **Interação nutricional em mudas de baru e desenvolvimento de plantas sob calagem e doses de p em campo**. 2018. 123 p. Tese (Doutorado em Silvicultura), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

SILVA, D.C. et al. Estresse salino e diferentes temperaturas alteram a fisiologia em sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 3, p. 1129-1141, 2019.

SILVA, O. M. C. **Substratos alternativos na produção de mudas de três espécies florestais**. 2019. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Silvicultura e Genética Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

SILVA, P. H. M.; STEIN, L. M. Produção de mudas e adubação. **Revista da Madeira**, n. 128, 2011.

SIMÃO, L. A. **Fertilizante de liberação controlada no crescimento e desenvolvimento do mamoeiro “THB”**. 2017. 42 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical), Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2017.

SIMÕES, J. W. et al. Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto. **IPEF**, n. 2/3, p. 35-49, 1971.

SIQUEIRA, D. P. et al. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 728-739, 2019.

SOARES, C. R. F. S. et al. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 339-348, 2001.



SOMBREIRO. **Sombreiro de Minas UENF. Árvores da UENF.** Disponível em: <https://uenf.br/projetos/arvoresdauenf/especie-2/sombreiro-de-minas/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SOUZA, K. K. F. **Efeito da adubação mineral no crescimento e produção de óleo essencial de espécies florestais no primeiro planalto paranaense, Pinhais, PR.** 2015. 144 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal - Silvicultura), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

STÜPP, A. M. et al. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes recipientes e doses de fertilizante. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 3, n. 2, p. 40-47, 2015.

TREVISAN, H. et al. Consumo foliar e aspectos biológicos de *Urbanus acawoios* (Lep.: Hesperidae) alimentado com folíolos de *Clitoria fairchildiana* (Leguminosae: Faboideae) em três níveis de maturidade. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 1-4, 2004.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GOLÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. Capítulo 6, p. 167-190.

VENTURA, M. J. S. **Compensação da fertilização de base em mudas de *Colubrina glandulosa* PERKINS e *Handroanthus ochraceus* (CHAM.) MATTOS produzidas em tubetes.** 2012. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

VIEIRA, C. R. **Influência da adubação mineral na qualidade de mudas e da madeira de teca e paricá.** 2015. 124 p. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical), Universidade Federal de Mato Grosso Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Cuiabá, 2015.

VIEIRA, I. G. et al. **Manual de Produção de Mudas e Plantio da Mata Ciliar.** Piracicaba: IPEF, 1998.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.