



Universidade Federal do Espírito Santo  
Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Agroquímica



**CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE**

**SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) E POLÍMERO  
HIDRORRETENTOR NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS**

**ALEGRE - ES**

**2022**

**CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE**

**SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) E POLÍMERO  
HIDRORRETENTOR NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Agroquímica, do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do título de mestre em Agroquímica, na área de concentração Química Ambiental.

Orientador: Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira

**ALEGRE - ES**

**2022**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

F518s Fiorese, Caio Henrique Ungarato, 1997-  
Sacolinhas de tecido não tecido (TNT) e polímero hidrorretentor na produção de mudas florestais / Caio Henrique Ungarato Fiorese. - 2022.  
168 f. : il.

Orientador: Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira.  
Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde.

1. Cutieira. 2. Hidrogel. 3. Recuperação de áreas degradadas. 4. Sacolinha biodegradável. 5. Sete cascas. 6. Viveiros florestais. I. Oliveira, Carlos Henrique Rodrigues de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde. III. Título.

CDU: 631.41


---

**CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE**

**SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) E POLÍMERO HIDRORETENTOR  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agroquímica da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção de Título de Mestre em Agroquímica.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2022.

Documento assinado digitalmente  
 CARLOS HENRIQUE RODRIGUES DE OLIVEIRA  
Data: 20/07/2022 08:14:50-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Prof. Dr. Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof. Dr. Diego Lang Burak  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador interno

---

Prof. Dra. Elzimar de Oliveira Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador externo

SAVIO DA SILVA  
BERILLI:07808177709

Assinado de forma digital por SAVIO  
DA SILVA BERILLI:07808177709  
Dados: 2022.07.04 13:12:57 -03'00'

---

Prof. Dr. Sávio da Silva Berilli  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Examinador externo



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
ELZIMAR DE OLIVEIRA GONCALVES - SIAPE 1489167  
Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - DCFM/CCAE  
Em 28/06/2022 às 10:32

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/502988?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
DIEGO LANG BURAK - SIAPE 1792652  
Departamento de Agronomia - DA/CCAE  
Em 28/06/2022 às 12:06

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/503080?tipoArquivo=O>

Dedico esta dissertação a todos que trabalham e lutam para um país ambientalmente mais sustentável e desenvolvido. E, à minha noiva Eduarda e aos meus familiares, que sempre influenciaram as minhas melhores escolhas.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, Todo Poderoso, Senhor do céu e da terra que, mesmo antes do meu nascer, já sabia da jornada a ser enfrentada neste projeto. Senhor, agradeço por cada situação pela qual passei, pois é na certeza de que Estás comigo e guardando os meus que venci esta etapa!

À minha noiva, Eduarda, por sempre auxiliar nas minhas decisões pessoais e profissionais e por todo o companheirismo. Muito obrigado por fazer minha vida ser muito melhor. Sem você, não seria possível a execução desta etapa da minha vida!

Aos meus pais, Cosme e Antônia, por sempre me apoiar e me auxiliar nas escolhas mais adequadas. Sem vocês, não teria chegado a este tão sonhado objetivo que estabeleci em minha vida!

Ao meu orientador Dsc. Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, por toda a assistência destinada no decorrer do mestrado e pelas valiosas orientações. Muito obrigado pela gama de conhecimentos fornecida a mim, me fazendo ser um profissional cada vez melhor!

À Dsc. Fabrícia Benda de Oliveira, por toda a assistência fornecida em publicações e no estágio à docência;

A Floresta Nacional de Pacotuba, pelo fornecimento das sementes de *Samanea tubulosa* (Bentham) empregadas nesta pesquisa;

Aos colegas do grupo de pesquisa e bolsistas de Iniciação Científica: Jacyelli, Keylla e Victor. Muito obrigado por colaborar na coleta dos dados e por estar sempre de prontidão, no dia a dia e em qualquer circunstância, para a realização das diferentes atividades;

Ao sr. Dailton, colaborador do IFES – Alegre, por me auxiliar na realização das atividades. Sem o senhor, o sucesso das atividades práticas realizadas não seria o mesmo. Sua valiosa dedicação foi determinante para a execução deste projeto;

Aos estudantes do curso técnico em Agropecuária do IFES – Alegre e bolsistas de Iniciação Científica Júnior (ICJr): Mateus, Guilherme, Andressa, David, Gabriel, Andreia e Karol. Muito obrigado por toda a ajuda fornecida para a instalação e manutenção do experimento durante a sua vigência;

Às discentes do curso de Ciências Biológicas do IFES – Alegre: Kimberly, Maria e Lorena. Muito obrigado por auxiliar em atividades práticas, como a coleta de dados;



Ao pós-doutorando Júlio, por me auxiliar na coleta de dados em laboratório. Agradeço muito pela sua disponibilidade!

Aos professores Elzimar, Mirna e Sávio, que forneceram equipamentos e materiais de consumo para a coleta de dados e confecção dos experimentos. Sem os materiais cedidos, não seria possível o perfeito andamento das atividades;

Aos professores que compuseram a banca, Diego, Elzimar, Sávio e à professora (membro suplente) Mirna, por aceitar fazer parte da banca examinadora. Suas valiosas correções e sugestões foram determinantes para a minha formação acadêmica e para a qualidade desta dissertação;

Ao colega do grupo de pesquisa, Robert, por me auxiliar no processamento dos dados coletados;

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro concedido para a realização desta pesquisa;

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES – Alegre) e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES – Alegre), pela infraestrutura fornecida para a execução desta pesquisa;

Ao quadro de docentes e discentes e a secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica (PPGAQ), por toda a assistência fornecida durante a minha formação;

A todos e todas que, indiretamente, estiveram comigo durante o mestrado, me auxiliaram em atividades teóricas e práticas e contribuíram para o êxito desta etapa da minha vida profissional.

"Inteligente é o que possui o coração  
sábio; a doçura da linguagem aumenta o  
saber."

Provérbios 16, 21.

## RESUMO

FIORESE, Caio Henrique Ungarato. **Sacolinhas de tecido não tecido (TNT) e polímero hidrorretentor na produção de mudas florestais**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Orientador: Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira.

Estudos baseados na produção de mudas florestais em meio a alternativas, como sacolinha biodegradável e polímeros hidrorretentores, são relevantes, a fim de favorecer a retenção de nutrientes, favorecer o pegamento da planta em campo, qualidade das mudas e minimizar a geração de resíduos. Nesse sentido, objetivou-se estudar o efeito de sacolinhas de tecido não tecido (TNT) e do polímero hidrorretentor no crescimento, na qualidade e na assimilação de nutrientes de mudas florestais. O experimento ocorreu em casa de vegetação, através do emprego das espécies: *Joannesia princeps* Vell. (cutieira) e *Samanea tubulosa* (Bentham) (sete cascas). Na fase de muda, foram avaliados 6 tratamentos: T1 - sacolinha plástica; T2 - sacolinha plástica com gel; T3 - sacolinha de TNT sem orifícios; T4 - sacolinha de TNT sem orifícios e com gel; T5 - sacolinha de TNT com orifícios; T6 - sacolinhas de TNT com orifícios e gel. Periodicamente, foram obtidos: altura, diâmetro do coleto e número de folhas. Aos 100 dias após o semeio, foram determinados: biomassa seca de raiz, caule e folha, área foliar, índices de qualidade de Dickson e SPAD, nutrientes foliares e as relações entre estes. Para a sete cascas, aos 95 dias após o semeio, foi obtido o índice SPAD. Aos 155 dias, foram determinados: SPAD, nutrientes foliares e atributos químicos e a umidade do substrato de T1 e T2. Após a produção das mudas de cutieira, foi feito o plantio em vasos plásticos de 20 litros, com o acréscimo do T7 - sacolinha plástica plantada com a muda. Nesse momento, as irrigações ocorreram apenas a partir da murcha das primeiras folhas. Foram avaliados os mesmos atributos morfofisiológicos da etapa anterior. Foi adotado o Delineamento de Blocos Casualizados, com parcelas de 19 plantas (fase pré-vaso) e 9 plantas (pós-plantio nos vasos), com 3 repetições. Na análise estatística, empregou-se a análise de variância ANOVA, a 90% de probabilidade, precedida de contrastes ortogonais. A sacolinha de TNT se mostrou válida para a produção de mudas de cutieira, pois não prejudicou o crescimento e a qualidade destas. A aplicação do polímero hidrorretentor para a cutieira na fase de pré-vaso surtiu efeito morfológico apenas para as sacolinhas plásticas. Após o plantio nos vasos, não houve efeito significativo do polímero hidrorretentor no crescimento da cutieira. Nesse mesmo experimento, o T7 causou barreira para o desenvolvimento radicular, enquanto a sacolinha de TNT se mostrou eficaz, embora tenha proporcionado maior desequilíbrio entre biomassa aérea e de raízes. Acerca da retenção de água e nutrientes, o polímero hidrorretentor não proporcionou efeito significativo para as mudas de sete cascas, sendo o oposto da sacolinha de TNT, que proporcionou absorção de nutrientes igual as mudas de sacolinhas plásticas. O TNT reduziu a assimilação de nutrientes para a cutieira, provavelmente devido à elevada porosidade deste material. Já o polímero hidrorretentor contribuiu significativamente na retenção de nutrientes após o plantio da cutieira. Em suma, a sacolinha de TNT é recomendada, mas não se recomenda o polímero hidrorretentor aplicado no referido material, em relação às espécies trabalhadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cutieira. Hidrogel. Propagação florestal. Recuperação de áreas degradadas. Sacolinha biodegradável. Sete cascas. Viveiros florestais.

## ABSTRACT

FIORESE, Caio Henrique Ungarato. **Bags of non-woven fabric (TNT) and water-retaining polymer in the production of forest seedlings**. 2022. Dissertation (Master in Agrochemistry) – Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. Advisor: Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira.

Studies based on the production of forest seedlings in the midst of alternatives, such as biodegradable bags and water-retaining polymers, are relevant in order to favor the retention of nutrients, favor the plant's attachment in the field, seedling quality and minimize the generation of waste. In this sense, the objective was to study the effect of non-woven fabric bags (TNT) and water-retaining polymer on growth, quality and nutrient assimilation of forest seedlings. The experiment took place in a greenhouse, using the following species: *Joannesia princeps* Vell. (cutieira) and *Samanea tubulosa* (Bentham) (seven bark). In the seedling phase, 6 treatments were evaluated: T1 - plastic bag; T2 - plastic bag with gel; T3 - TNT bag without holes; T4 - TNT bag without holes and with gel; T5 - TNT bag with holes; T6 - TNT bags with holes and gel. Periodically, the following were obtained: height, collar diameter and number of leaves. At 100 days after sowing, the following were determined: root, stem and leaf dry biomass, leaf area, Dickson and SPAD quality indices, leaf nutrients and the relationships between them. For the seven husks, at 95 days after sowing, the SPAD index was obtained. At 155 days, the following were determined: SPAD, leaf nutrients and chemical attributes and substrate moisture of T1 and T2. After the production of the cutieira seedlings, the planting was carried out in 20-liter plastic pots, with the addition of T7 - a small plastic bag planted with the seedling. In the same experiment, T7 caused a barrier to root development, while the TNT bag proved to be effective, although it provided a greater imbalance between aerial and root biomass. Regarding the retention of water and nutrients, the water-retaining polymer did not provide a significant effect for the seedlings of seven shells, being the opposite of the TNT bag, which provided the same nutrient absorption as the seedlings of plastic bags. TNT reduced the assimilation of nutrients for the cutieira, probably due to the high porosity of this material. The water-retaining polymer contributed significantly to nutrient retention after planting cutieira. In short, the TNT bag is recommended, but the water-retaining polymer applied to said material is not recommended, in relation to the species worked on.

**KEYWORDS:** Cutieira. Hydrogel. Forest propagation. Recovery of degraded areas. Biodegradable bag. Seven shells.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	16
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	19
2.1. OBJETIVO GERAL.....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
3.1. <i>Joannesia princeps</i> Vell.....	20
3.2. <i>Samanea tubulosa</i> (Bentham) .....	20
3.3. PARÂMETROS PARA CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DAS MUDAS ....	21
<b>3.3.1. Índice SPAD</b> .....	22
<b>3.3.2. Análise química foliar</b> .....	23
3.3.2.1. Macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S .....	24
3.3.2.6. Micronutrientes: Cu, Fe, Mn, Zn e B .....	28
<b>3.3.3. Análise química e física do substrato</b> .....	30
3.2. PRODUÇÃO DE MUDAS EM SACOLINHAS: OBJETIVOS, VANTAGENS E ESCOLHA DO RECIPIENTE ADEQUADO .....	31
3.3. TECIDO NÃO TECIDO (TNT) .....	33
<b>3.3.1. Conceito, composição, consolidação e fabricação</b> .....	33
<b>3.3.2. Vantagens de sua utilização</b> .....	34
<b>3.3.3. Cores e gramaturas</b> .....	35
<b>3.3.4. Aplicações</b> .....	35
3.6. POLÍMERO HIDRORRETENTOR.....	36
<b>3.6.1. Composição e finalidade</b> .....	36
<b>3.6.2. Classificações e tipos de hidrogéis mais empregados</b> .....	39
<b>3.6.2. Aplicações</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

## CAPÍTULO I

<b>MORFOLOGIA DE MUDAS DE <i>Joannesia princeps</i> Vell. PRODUZIDAS EM SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) COM POLÍMERO HIDRORRETENTOR</b> .....	57
<b>RESUMO</b> .....	57
<b>ABSTRACT</b> .....	58
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	59
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	61
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	68
3.1. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO .....	68
3.2. ALTURA, DIÂMETRO DO COLETO, RELAÇÃO (H/DC) E NÚMERO DE FOLHAS .....	71

3.3. ÁREA FOLIAR E BIOMASSA DA PARTE AÉREA, TOTAL E DE RAÍZES ....	74
3.4. RELAÇÕES: MSPA/MSR, H/MSPA E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON .....	76
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>81</b>

## **CAPÍTULO II**

<b>MORFOLOGIA DE MUDAS DE <i>Joannesia princeps</i> Vell. PRODUZIDAS EM SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) COM USO DE HIDROGEL, PLANTADAS EM VASOS PLÁSTICOS .....</b>	<b>88</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>88</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>89</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>92</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>96</b>
3.1. ALTURA, DIÂMETRO DO COLETO E NÚMERO DE FOLHAS .....	96
3.2. ÁREA FOLIAR, BIOMASSA DA PARTE AÉREA, TOTAL E DE RAÍZES E RELAÇÕES (MSPA/MSR E H/MSPA) .....	100
3.3. ÁREA SUPERFICIAL, COMPRIMENTO, DIÂMETRO MÉDIO E VOLUME DE RAÍZES .....	104
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

## **CAPÍTULO III**

<b>DIAGNOSE FOLIAR DE MUDAS DE CUTIEIRA PRODUZIDAS EM SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) COM USO DE HIDROGEL.....</b>	<b>115</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>115</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>116</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>117</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>119</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>126</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>137</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>138</b>

## **CAPÍTULO IV**

<b>EFEITO DE SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) E GEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Samanea tubulosa</i> (Bentham): ESTADO NUTRICIONAL E</b>
--

<b>RETENÇÃO DE NUTRIENTES .....</b>	<b>142</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>142</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>143</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>144</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>146</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>152</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>162</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>163</b>
<b>5. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>168</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Devido à crescente degradação ambiental, o entendimento dos recursos mais adequados de reflorestamento e produção de mudas florestais tornou-se fundamental para apoiar a recuperação dos ecossistemas degradados (TRENTIN et al., 2018).

A formação de mudas florestais exige um conjunto de ações que visam cuidados no manejo da muda, além de investimentos em materiais, mão de obra, etc (UESUGI et al., 2019). Essas técnicas, entre outras, dizem respeito à melhoria da qualidade das mudas e, para isso, dois recursos podem ser empregados: a sacolinha biodegradável e o polímero hidrorretentor.

A produção de mudas em recipientes é o método mais empregado, pois possibilita o melhor controle nutricional, a proteção do sistema radicular contra danos mecânicos e desidratação e um melhor manuseio (ALMEIDA et al., 2014).

A produção de mudas em sacolinhas plásticas ocorre devido a vantagens, como a possibilidade de produção volumosa e mais ágil de mudas e a ampla utilização e facilidade de aquisição das mesmas (LOPES; AMARAL; NOVAES, 2016).

Porém, um entrave visto na sacolinha plástica é o maior tempo necessário para o plantio em campo, pois se orienta o corte da parte inferior deste produto, a fim de evitar deformações radiculares e possibilitar o livre desenvolvimento do sistema radicular. Outro transtorno é relacionado ao corte e à remoção da sacolinha que, quando realizados incorretamente, acarretam quebra e desagregação do torrão (NASSER; LIMA JÚNIOR; GALLO, 2010). Além do mais, a produção de mudas em sacolinhas plásticas pode provocar deformações radiciais em fase de viveiro, danificando o crescimento e a qualidade da muda (LOPES; AMARAL; NOVAES, 2016).

Dessa forma, o emprego de recipientes biodegradáveis pode ser uma ótima alternativa para o meio ambiente, pois se caracterizam pela degradação mais rápida no solo, em comparação com as sacolinhas plásticas (GUERRA et al., 2017). Além do mais, o emprego desses recipientes pode proporcionar melhor qualidade às mudas.

No entanto, um dos obstáculos na proposta de recipientes biodegradáveis é a resistência exigida para a manutenção de sua integridade no período de formação da muda (MENDONÇA et al., 2016). De Conti et al. (2012) ao estudar o efeito de recipientes biodegradáveis na formação de mudas florestais, viram que a resistência mecânica de sacolinhas de fibra de coco e bagaço de cana foi danificada apenas após



45 dias, não terminando a etapa de produção da muda.

Sendo assim, as mudas cultivadas em sacolinhas de tecido não tecido (TNT) podem ser uma alternativa para eliminar ou diminuir alguns dos problemas citados, pois este recipiente não necessita do corte nem da sua retirada do torrão.

O TNT é um material comercializado em lojas de tecidos e armarinhos comumente utilizado para confecção de diversos produtos, como bolsas. Portanto, também é de fácil aquisição como as sacolinhas de polietileno (ou polipropileno). Porém, após o plantio, as sacolinhas plásticas requerem a sua coleta do local, enquanto as sacolinhas de TNT não necessitam, contribuindo para evitar a contaminação do meio ambiente. Assim, se faz interessante o desenvolvimento de estudos com ênfase na aplicação do TNT na produção de mudas florestais.

Além da sacolinha, outro fator que influencia na obtenção de mudas de melhor qualidade é o aporte de nutrientes através da inserção de fertilizantes ao substrato (SILVA, 2017). Segundo Carvalho (2018), uma das maiores dificuldades enfrentadas na formação de mudas de espécies florestais nativas é a lentidão do desenvolvimento da maioria delas, principalmente as espécies do grupo sucessional climácicas.

Nesse sentido, a irrigação em viveiros florestais merece uma atenção especial acerca da eficiência no uso de água. Representando uma técnica que almeja a máxima produção em complementação às demais práticas agrícolas, a irrigação, bem como a busca e o teste por alternativas que atendam às demandas hídricas das mudas em viveiro, têm sido alvo de expressivo interesse no ramo da silvicultura (FREITAG; MORAIS; NISHIJIMA, 2012).

A disponibilidade hídrica e nutricional em fase de viveiro é primordial para o estabelecimento e desenvolvimento das mudas (TEIXEIRA et al., 2019). A prática da irrigação é indispensável na produção de mudas em viveiros comerciais. Embora existam técnicas avançadas para a produção de mudas, há necessidade de buscar informações acerca da utilização dos polímeros hidrorretentores ou hidrogéis, de forma a garantir o condicionamento de água no substrato e no torrão da muda (TATAGIBA et al., 2019). Os hidrogéis foram elaborados, principalmente, com as finalidades de aumentar a capacidade de retenção e armazenamento de água em substratos, com extração gradual ao longo do tempo pela planta, e reduzir a perda de nutrientes por percolação e lixiviação (MENDES et al., 2020).

Na maioria dos viveiros do Brasil, a irrigação ainda é feita sem conhecimentos científicos adequados, podendo acarretar na produção de mudas com baixa

qualidade. Assim, o polímero hidrorretentor pode ser uma alternativa para a obtenção de maior eficiência no consumo de água em viveiros florestais e na obtenção de mudas com melhor qualidade. Porém, o hidrogel, quando mal utilizado, pode desencadear danos ao crescimento das mudas. Portanto, pesquisas são necessárias, a fim de validar ou não o seu uso para espécies florestais (NAVROSKI et al., 2015).

A produção das mudas deve primar pela qualidade associada à racionalização do emprego dos recursos disponíveis (FREITAG; MORAIS; NISHIJIMA, 2012), como é o caso da água, que pode ser otimizada por meio do emprego do polímero hidrorretentor. No entanto, há controvérsias sobre os seus reais benefícios, devido à diferença de efeitos que o referido polímero pode proporcionar. Por esses motivos, torna-se importante o estabelecimento de alternativas que permitam a produção de mudas com qualidade satisfatória, em menores ciclos e proporcionando condições alcançáveis por diversos produtores.

O projeto abordado embasou-se nos seguintes questionamentos: como ocorre o desenvolvimento de *Joannesia princeps* Vell. e *Samanea tubulosa* (Bentham) na sacolinha de TNT? O TNT será capaz de proporcionar desenvolvimento à muda de forma semelhante ou melhor em comparação com as sacolinhas plásticas? As mudas plantadas com sacolinha de TNT terão crescimento e assimilação de nutrientes igual ou superior às mudas plantadas com raízes nuas e com sacolinhas plásticas? Acerca do polímero hidrorretentor, sua utilização para a produção de mudas e após o plantio, a fim de obter plantas mais desenvolvidas pelo maior acúmulo de umidade e nutrientes, é tecnicamente válida? Em sacolinhas de TNT, devido à sua alta permeabilidade, o polímero hidrorretentor pode ser uma alternativa para favorecer a retenção de água e nutrientes, a ponto de proporcionar melhor crescimento à muda em comparação com a ausência desse polímero?

A fim de atender aos referidos questionamentos, as seguintes hipóteses foram estabelecidas: o desenvolvimento de mudas florestais em sacolinha de TNT pode ser igual ao avaliado em sacolinha plástica na fase de muda, mas melhor na fase de campo, uma vez que pode ser plantado com a muda e, por possuir poros, pode permitir a expansão do sistema radicular; a assimilação de nutrientes pelas mudas produzidas com TNT poderá ser semelhante às produzidas na sacolinha plástica; o gel pode evitar a lixiviação de nutrientes e contribuir no crescimento das mudas; o gel, pela sua capacidade de retenção de água e nutrientes, pode proporcionar bom crescimento e estado nutricional nas sacolinhas de TNT.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento e a qualidade de mudas florestais produzidas em sacolinhas de TNT com e sem orifícios, em comparação com mudas produzidas em sacolinhas plásticas tradicionais, e também avaliar o uso do hidrogel (polímero hidrorretentor), além da própria sacolinha de TNT, na retenção e disponibilidade de água e nutrientes que influenciarão no desenvolvimento das mudas.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Avaliar o efeito da sacolinha de TNT, com e sem perfuração, nos atributos morfológicos do sistema radicular;
- 2- Verificar o efeito da aplicação do polímero hidrorretentor quanto ao crescimento, à retenção de água e nutrientes à qualidade de mudas florestais, na produção da muda e após o plantio;
- 3- Averiguar a influência dos tratamentos nos variados atributos morfológicos das mudas;
- 4- Estudar o crescimento radicular em mudas florestais produzidas e plantadas com sacolinhas plásticas tradicionais e de TNT, com e sem hidrogel;
- 5- Analisar a resposta morfológica, fisiológica e nutricional da parte aérea de duas espécies florestais nativas, a produção com o uso de hidrogel e sacolinhas biodegradáveis de TNT.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. *Joannesia princeps* Vell.

A espécie arbórea *Joannesia princeps* Vell., conhecida como cutieira, boleira, dandá e andá-açu, pertence à família Euphorbiaceae. Seu fruto apresenta polpa macia e endocarpo resistente. É uma espécie utilizada para recuperação de áreas degradadas, pois é muito adaptável a condições adversas e suas folhas se decompõem facilmente, contribuindo na recuperação dos nutrientes do solo. Sua madeira é empregada na produção de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotarias e entre outros usos (MENDES; YADA, 2018). Suas sementes contêm aproximadamente 37% de óleo, o que é satisfatório no uso industrial e nos fins medicinais. Esse óleo tem propriedades purgativas e pode ser empregado em detrimento ao óleo de linhaça em pinturas (BELTRAME et al., 2017).

O emprego de espécies arbóreas nativas com elevada relevância ecológica, como a cutieira, permite uma recomposição florística adequada e apresenta vantagens comerciais que compreendem a indústria de papel e uso para fins medicinais, como cicatrizantes e purgantes (LORENZI, 2002). Além do mais, o plantio da cutieira proporciona vários benefícios, como o favorecimento à sucessão ecológica e o melhoramento das propriedades do solo, beneficiando a fauna e flora locais, mitigando erosões e também protegendo recursos hídricos. Assim, essa espécie pode associar recuperação ambiental com a geração de renda, além de oferecer uma excelente cobertura vegetal ao solo, em virtude da alta biodegradação de suas folhas e do elevado teor de nitrogênio foliar (JARAMILLO-BOTERO et al., 2008).

Trata-se de uma espécie endêmica do Brasil e possui grande ocorrência nas regiões norte, nordeste e sudeste do Brasil, principalmente em floresta pluvial de Mata Atlântica (SOUSA et al., 2007). Tal fato reitera a necessidade de trabalhos com ênfase na produção de mudas da referida espécie.

#### 3.2. *Samanea tubulosa* (Bentham)

*Samanea tubulosa* (Bentham) é uma espécie arbórea da família Fabaceae, que ocorre na Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai (LORENZI, 2002). No Brasil, a espécie

é nativa da região do pantanal e amazônica (SALES et al., 2015), sendo encontrada em capoeiras e áreas abertas, especialmente em solos arenosos e bem drenados. A árvore dessa espécie é de grande porte, podendo atingir até 28 m de altura. Seu fruto é do tipo legume séssil indeiscente, que contém de 5 a 31 sementes (OLIVEIRA et al., 2012).

Esta espécie vegetal possui vários nomes vulgares distintos por Unidades da Federação: em Alagoas, no Maranhão, na Paraíba, em Pernambuco e em Sergipe, bordão-de-velho; na Bahia, samaneiro e sete-cascas; no Ceará, barba-de-velho e bordão-de-velho; em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, abobreira, alfarobo, farinha-seca, feijão-cru, ingá-de-pobre, pau-de-cangaia e sete cascas (LORENZI; SOUSA, 2011). O tronco da *Samanea tubulosa* (Bentham) mais ou menos ereto e revestido por casca grossa e com fissuras faz jus ao nome vulgar sete cascas (GIACHINI et al., 2010).

É uma planta cultivada com propósitos ornamentais e na arborização rural (SALES et al., 2015). Trata-se de uma árvore heliófila e pioneira, recomendada para sistemas agroflorestais (SANTOS JUNIOR; SILVA, 2020). Sua madeira pode ser considerada de leve a moderadamente densa (OLIVAL et al., 2021), utilizada para confecção de móveis e empregada para lenha, sendo de boa qualidade. Seu fruto é muito apreciado pelo gado (SANTOS JUNIOR; SILVA, 2020), por ser doce e pelo fato de as ramas serem forrageiras, com elevado teor de proteína (SALES et al., 2015). Diversos estudos concretizados indicam a utilização dos frutos dessa árvore como suplementação nutricional de vacas leiteiras (OLIVAL et al., 2021).

O uso de leguminosas arbóreas ou arbustivas, como a sete cascas, para recuperação de solos degradados e melhoria daqueles de baixa fertilidade natural, tem sido uma prática comum em áreas tropicais (GIACHINI et al., 2010). Por esse motivo, estudos com essa espécie se fazem necessários.

### 3.3. PARÂMETROS PARA CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DAS MUDAS

O padrão de qualidade de mudas florestais apresenta variabilidade entre espécies e locais, em virtude da variação das características edafoclimáticas. Assim, é recomendado que as mudas tenham características capazes de proporcionar resistência a diversas condições que o meio oferece após o plantio em campo. O

emprego de mudas com melhor qualidade resulta em maior percentual de sobrevivência. Em diversas situações, o replantio é dispensável, por causa de baixa taxa de mortalidade detectada mesmo com muito tempo após o plantio, evitando prejuízos ao silvicultor (ANDRAUS, 2017).

A qualidade das mudas pode afetar a produtividade florestal, pois influencia no seu crescimento futuro (SIMÕES; SILVA, 2012). Os parâmetros empregados para a avaliação da qualidade de mudas florestais podem, comumente, ser divididos em dois grupos: parâmetros morfológicos e fisiológicos. Ambos possuem vantagens e desvantagens, o que permite seu uso de forma isolada ou em conjunto, conforme o nível de qualidade que se pretende atingir, conforme o objetivo de determinada produção de mudas. Os índices, oriundos das relações entre os referidos atributos, também representam uma ótima métrica de verificação da qualidade. Por causa da maior facilidade de avaliação e/ou observação, os atributos morfológicos são mais empregados. Os principais são: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca radicial e massa seca de raízes. A relação da altura da parte aérea com o diâmetro do coleto, da massa seca da parte aérea com a de raízes, da altura com a massa seca da parte aérea e o índice de Qualidade de Dickson são os índices comumente empregados (OLIVEIRA, 2017).

Quanto aos parâmetros fisiológicos, podem ser citados a fotossíntese, transpiração, macronutrientes e micronutrientes e potencial hídrico foliar. Porém, os parâmetros fisiológicos ainda não fazem, explicitamente, parte das classificações da qualidade de mudas. Isso procede pelo fato de, muitas vezes, tais parâmetros não permitirem avaliar a eficiência real do potencial de sobrevivência e desenvolvimento imediatamente após o plantio (TORRES, 2019).

Fatores ambientais como luz, temperatura, teor de gás carbônico e a presença de nutrientes afetam sensivelmente, entre outros atributos, o crescimento relativo e a área foliar das plantas. Através do estudo dos atributos morfofisiológicos, juntamente com o estágio de desenvolvimento do vegetal, pode ser entendida a eficiência do potencial da planta em se adaptar às condições de crescimento (PEIXOTO et al., 2011).

### **3.3.1. Índice SPAD**

O índice SPAD mede o teor da intensidade do verde presente na folha, mensurando as transmissões de luz a 650 nm. Nessa faixa, a luz solar é absorvida pela molécula de clorofila, e a 940 nm, em que não há absorção. A partir destes dois quantitativos, o equipamento determina um número ou índice SPAD (PÔRTO et al., 2011).

As leituras SPAD significam um método indireto da avaliação do estado de produção real e potencial de biomassa vegetal, por meio da leitura da intensidade da cor verde presente nas folhas. Essa cor está relacionada ao teor de clorofila que, por sua vez, apresenta grande correlação positiva com o nível nutricional da planta e acúmulo de massa seca nas folhas da planta (PORTO et al., 2014). A medição do índice SPAD é positiva principalmente por se tratar de um método não destrutivo e, entre outros fatores, estar correlacionado com a concentração de nitrogênio na planta e com a produtividade vegetal (LEONARDO et al., 2013).

Uma planta com alta concentração de clorofila, ou seja, com maiores valores SPAD, apresenta capacidade de alcançar taxas fotossintéticas mais altas, maior produção de fotoassimilados e, por consequência, ser mais desenvolvida e produtiva (LIMA et al., 2021).

### **3.3.2. Análise química foliar**

Vários elementos químicos estão presentes em uma planta. Um percentual acima de 96% em massa da composição das plantas é representado pelo carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Estes são também denominados elementos essenciais não-minerais, pelo fato de ser provenientes do ar presente na atmosfera e da água assimilada pela planta, especialmente através do solo. Os 4% restantes, da matéria seca dos vegetais, são representados por elementos caracterizados como essenciais não minerais, tais como: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), boro (B), enxofre (S), manganês (Mn) cobre (Cu) e zinco (Zn). Tais elementos são unidos em relação aos seus teores exigidos pelos vegetais, sendo denominados de macronutrientes, assimilados em  $\text{g kg}^{-1}$  (grama de elemento por quilograma de massa seca da planta), e micronutrientes, absorvidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  (BATISTA et al., 2018). Os encontrados em 'grandes' concentrações (macronutrientes) são representados pelo N, P, K, Ca, Mg e S, ao passo que os vistos

em menores concentrações (micronutrientes) são compostos pelo Cl, Mn, B, Zn, Fe, Cu, Ni e Mo (FERREIRA, 2012).

Em relação à dinâmica nutricional da planta, ao longo do seu ciclo, a concentração de alguns elementos químicos nas folhas aumenta, enquanto a de outros diminui. Isso procede pela translocação de nutrientes de órgãos senescentes para regiões de crescimento das plantas, como folhas novas e estruturas reprodutivas (LIMA et al., 2011).

A análise química foliar é um recurso importante para o diagnóstico do estado nutricional de plantas. As folhas são os órgãos que melhor indicam o estado nutricional na maior parte dos cultivos, ou seja, respondem mais às variações no aporte dos elementos (FAQUIN, 2002). Dessa forma, o correto diagnóstico nutricional da cultura é importante no fornecimento de informações cruciais para a otimização do uso de recursos, como a água e recursos financeiros (BORGES et al., 2011). A análise foliar é o critério mais apropriado para determinar o estado nutricional das plantas perenes quando comparado com a análise de solo (SALVADOR; MOREIRA; MURAOKA, 1999).

A utilização da análise foliar se norteia no fato de haver uma relação bem estabelecida entre o crescimento e a produtividade do vegetal e os níveis nutricionais em seus tecidos (SANTOS; SANTOS; KORNDÖRFER, 2012). Essa análise representa um auxílio muito relevante para quaisquer recomendações como, por exemplo, de adubação e avaliação dos níveis mínimos adequados de nutrientes (BRUNA, 2019).

A deficiência de micronutrientes pode provocar desordem no metabolismo das plantas, aumentando a sua vulnerabilidade a pragas e doenças, além de aumentar as despesas com agroquímicos e a produção de mudas (TOMAZ et al., 2011).

### 3.3.2.1. Macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S

O nitrogênio é requerido para a síntese da clorofila e, por fazer parte da molécula da clorofila, está incluso no processo de fotossíntese. Além do mais, o nitrogênio é um componente de vitaminas, do sistema enzimático da planta e dos aminoácidos que, por sua vez, formam as proteínas. Conseqüentemente, o nitrogênio é responsável direto pelo aumento do teor de proteína (INTERNATIONAL PLANT



NUTRITION INSTITUTE, 1998).

Em condições naturais, as duas formas de nitrogênio absorvidas são os íons  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ , com variação na forma preferencial de absorção desse nutriente entre as espécies. Porém, a maioria das espécies prefere absorvê-lo na forma de  $\text{NO}_3^-$ , embora haja um maior gasto de energia para sua assimilação neste caso (FERNANDES et al., 2022). Em nível adequado, o nitrogênio produz uma cor verde escura nas folhas, em decorrência da alta concentração de clorofila (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, 1998).

O nitrogênio é um fator limitante para o crescimento e rendimento da cultura, uma vez que é essencial e necessário em grandes quantidades pela maioria das plantas (FERNANDES et al., 2022). Quando há deficiência de nitrogênio, ocorre atrofiamento da planta, como a presença de caule e ramos delgados, coloração da folha de verde-pálida a amarela, queda na produção de ramos e baixo desenvolvimento de flores (ANDREOTTI et al., 2005). Já o excesso de nitrogênio favorece o crescimento da planta e decresce a produção de frutos. Além do mais, aumenta a vulnerabilidade às doenças nas folhas e danifica o período de conservação dos frutos, após a sua colheita (EMBRAPA, 2022).

Na planta, o fósforo constitui diversos compostos relevantes, como os intermediários de açúcares, fosfolipídios e fosfoproteínas. Estes contribuem para a manutenção das membranas celulares. Os ácidos nucleicos, por sua vez, exercem influência relevante no deslocamento de energia nos processos de respiração e fotossíntese. Os vegetais assimilam o fósforo na forma de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Ao ocorrer a absorção do elemento, rapidamente o mesmo é incorporado a compostos orgânicos (BATISTA et al., 2018). O fósforo desempenha papel estrutural, fazendo parte dos nucleotídeos, os quais formam os ácidos nucleicos, tais como o DNA e RNA, que são importantes moléculas responsáveis, respectivamente, por armazenar e transferir a informação genética (ANDRADE; BOARETTO, 2019).

As plantas apresentam, em virtude da deficiência de fósforo, os seguintes sintomas: emergência e crescimento lentos; folhas verde-escuras, com pecíolos e nervuras arroxeados, principalmente na parte abaxial; prejuízos ao crescimento radicular e o surgimento de plantas estioladas ou com crescimento bastante prejudicado (ROSOLEM; TAVARES, 2006). A deficiência de fósforo foi a que mais limitou o crescimento em altura e diâmetro do coleto do cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e foi também o nutriente mais limitante no crescimento da espécie *Acácia mangium*

Willd. (ANDRADE; BOARETTO, 2019).

Acerca do potássio, de acordo com Kinpara (2003), trata-se de um cátion monovalente mais comum e responsável pelo balanço iônico das células vegetais. Não exerce função estrutural nem participa da composição. Todavia, está engajado em várias reações na forma de um catalisador, além de participar de outras funções regulatórias, como o controle osmótico dos estômatos.

Nas plantas, o potássio exerce papel fundamental no desenvolvimento da raiz; no controle da turgidez dos tecidos; na abertura e no fechamento de estômatos; no transporte de carboidratos, como o amido, controlando na formação de proteínas e; na maior resistência a doenças. Assim, o potássio é indispensável para obter a produtividade máxima econômica (ANJOS et al., 2015). Outras funções do potássio nas plantas são: controle da turgidez celular, ativação enzimática (participando na respiração e fotossíntese), translocação de carboidratos, transpiração, resistência a geadas, seca, salinidade e doenças e maior sobrevivência da planta (KANO; CARDOSO; VILLAS BÔAS, 2010).

O potássio representa um nutriente que apresenta alta mobilidade nas plantas no interior das células, dos tecidos e no deslocamento a elevadas distâncias, transferindo-se das partes mais antigas para as mais novas ou para os frutos em desenvolvimento. A deficiência desse elemento acarreta clorose internerval, precedida de necrose nos bordos e no ápice de tecidos foliares velhos, por causa do surgimento de putrescina (SFREDO; BORKERT, 2004). Em mudas de alface fresca, Tischer e Siqueira Neto (2012) observaram que a omissão de K provocou uma menor razão em comprimento entre a parte aérea e o sistema radicular.

Dentre os nutrientes, o cálcio geralmente é encontrado em baixa concentração nos solos ácidos, típicos do território brasileiro (SALVADOR; CARVALHO; LUCCHESI, 2011). O cálcio exerce influência relevante na estrutura da parede celular e na integridade da membrana nos vegetais. Além de permitir estabilidade à planta, as paredes celulares fortes contribuem para prevenir a invasão por microrganismos. Além disso, o cálcio também promove adequada alongação das células das plantas, participa de processos enzimáticos e hormonais e influencia nos processos de absorção de outros nutrientes (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, 2021).

Além do mais, o cálcio é indispensável para a boa qualidade do crescimento dos frutos, desde a fertilização até a maturação fisiológica (DALAZEN et al., 2020). O

padrão de distribuição do cálcio na planta ocorre em favor da parte vegetativa, pois o mesmo é transportado, em sua quase totalidade, pelo xilema, sendo conduzido principalmente pelo fluxo da transpiração (DANNER et al., 2009).

A deficiência desse nutriente pode acarretar problemas no crescimento da planta. Reduções na altura da planta, área foliar e crescimento da parte aérea e raiz em plantas de feijão foram relatadas devido à baixa disponibilidade do cálcio (LEAL; PRADO, 2008). Entre os macronutrientes, a ausência do Ca ocasionou a maior redução no desenvolvimento da gravioleira (HOLANDA FILHO et al., 2006).

O magnésio é um elemento importante para o crescimento das culturas, afetando diretamente a sua produtividade. Representa um dos macronutrientes mais requeridos no metabolismo da planta, expressando até 3% da sua massa seca (TOLEDO NETO et al., 2015). Trata-se de um elemento de fácil translocação no vegetal e representa um dos constituintes da clorofila. É encontrado, em grande parte, no suco celular. Responsável por ativar inúmeras enzimas, principalmente das ativadoras dos aminoácidos que catalizam a primeira etapa da síntese proteica, e por ser um cofator nos processos de fosforilação (ROCHA; OLIVEIRA, 1996). Assimilado pelas plantas como um cátion bivalente, o magnésio atua, ainda, na regulação do pH nas células e no balanço de cargas, além de ser um constituinte de ribossomos e cromossomos (NASCIMENTO et al., 2009).

O magnésio é rapidamente redistribuído via floema das áreas maduras para as mais novas do vegetal, com crescimento ativo. Ou seja, a redistribuição ocorre das folhas mais velhas, na parte inferior das plantas, para as folhas mais novas na parte superior das plantas e também para os órgãos reprodutivos (CASTRO et al., 2020).

Altas concentrações de magnésio no solo ou no substrato da muda e nas plantas podem causar danos em razão do distúrbio causado pelo desbalanço entre cálcio e magnésio. Os prejuízos afetam particularmente as raízes, que são muito sensíveis à deficiência de cálcio (NASCIMENTO et al., 2009).

O enxofre é classificado como macronutriente secundário, sendo expresso na forma de S elementar ou de  $SO_3$  (VITTI; OTTO; SAVIETO, 2015). Esse nutriente tem funções específicas e essenciais, atuando na constituição de aminoácidos, como cisteína e metionina, e como ativador de enzimas (DALAZEN et al., 2020). É importante para a nodulação e o desenvolvimento radicular, para a fotossíntese, o aumento da resistência ao frio (SENGIK, 2003), formação de proteínas, controle hormonal e mecanismos de defesa do vegetal contra patógenos (VITTI; OTTO;

SAVIETO, 2015).

As concentrações do referido macronutriente nos vegetais variam de 0,2% até mais de 1,0%. O enxofre é assimilado pelo sistema radicular na forma de  $\text{SO}_4^-$ , mas pode ser absorvido pelas folhas sob forma de gás sulfúrico ( $\text{SO}_2$ ) (SENGIK, 2003). O enxofre e nitrogênio “percorrem juntos” no metabolismo das plantas através de duas rotas principais: formação de proteínas de qualidade e fixação do nitrogênio presente no ar e incorporação do N mineral em aminoácidos (VITTI; OTTO; SAVIETO, 2015).

A deficiência de enxofre compromete algumas etapas do processo da fotossíntese (ANDRADE; BOARETTO, 2019) e reduz o teor de nitrogênio convertido à forma orgânica, resultando em restrição ao desenvolvimento da planta, por conta da proporção entre esses nutrientes nas proteínas (AVALHÃES et al., 2009).

#### 3.3.2.6. Micronutrientes: Cu, Fe, Mn, Zn e B

O cobre é um micronutriente essencial para o metabolismo das espécies vegetais, pois, juntamente com enzimas, atua no transporte de elétrons na cadeia respiratória e também como cofator de várias outras reações (SILVA et al., 2014). Por exemplo, pode catalisar reações redox (DOMINGOS et al., 2005). Dada sua pouca mobilidade interna, sua deficiência, a princípio, se evidencia como clorose nas pontas e margens e encurvamento das folhas mais novas, permitindo que as nervuras fiquem mais salientes. Também detecta-se acúmulo de compostos nitrogenados solúveis e menor absorção de oxigênio (MENDES, 2007).

A deficiência de cobre tem provocado danos físicos às plantas, pois vegetais com esse problema apresentam galhos alongados e frágeis, que se quebram com facilidade, causando deformações na copa (RODRIGUES et al., 2010). Quando em excesso, o cobre pode interferir em vários processos fisiológicos, ocasionando injúrias nas membranas celulares, pela ligação em grupos sulfidril das proteínas de membrana e pela indução de peroxidação de lipídio (DOMINGOS et al., 2005).

O ferro é um micronutriente essencial para as plantas, pois está envolvido em diversos processos fundamentais como fotossíntese, respiração, absorção de nitrogênio e síntese de DNA e hormônios (JUCOSKI et al., 2016), além de ser um agente catalisante na formação da clorofila e translocação de oxigênio (SENGIK, 2003). As raízes das plantas absorvem Fe da solução do solo mais prontamente como

íons  $\text{Fe}^{2+}$  (ferroso) e, em alguns casos, como íons  $\text{Fe}^{3+}$  (férico). Esse elemento químico desempenha influência importante em reações enzimáticas e de oxidação e redução. Por exemplo, o Fe é um importante componente de enzimas empregadas por bactérias fixadoras de nitrogênio (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, 2022).

Esse elemento é absorvido como cátion trivalente. Os sintomas de carência desse micronutriente ocorrem nas folhas mais novas, por meio da chamada clorose internerval (SENGIK, 2003). Na carência desse micronutriente, há menor RNA e síntese proteica. Cerca de 75% do Fe está presente nos cloroplastos e, na falta desse elemento, há o surgimento de clorose das folhas jovens, devido à queda das quantidades de cloroplastos e dos níveis de clorofila (SFREDO; BORKERT, 2004).

Em relação ao manganês, as plantas o absorvem na forma de cátion bivalente ( $\text{Mn}^{+2}$ ). No interior da célula,  $\text{Mn}^{+2}$  liga fracamente com ligantes orgânicos, permitindo a sua rápida oxidação para  $\text{Mn}^{+3}$ ,  $\text{Mn}^{+4}$  e  $\text{Mn}^{+6}$  (TOLEDO, 2017).

A importância do manganês está no crescimento vegetal, pois o seu principal papel está em atuar na fotossíntese. Além do mais, o manganês ativa enzimas, como a RNA polimerase, contribuindo indiretamente para a síntese proteica e multiplicação das células. Também contribui na alongação celular (PUGA et al., 2011). O manganês é um cofator importante para diversas enzimas associadas à via do ácido chiquímico, incluindo aminoácidos fenólicos aromáticos, cumarinas, ligninas e flavonoides (ROSOLEM et al., 2010). Devido à sua fácil alteração no estado de oxidação, o Mn desempenha papel relevante nas atividades de oxirredução no vegetal, como a translocação de elétrons no processo fotossintético e desintoxicação dos radicais livres de  $\text{O}_2$  (TOLEDO, 2017).

Uma pequena carência de Mn diminui a fotossíntese e os níveis de carboidratos solúveis na planta, ao passo que uma deficiência severa acarreta a quebra irreversível da estrutura do cloroplasto (ROSOLEM et al., 2010) e, assim, reduzir o crescimento das raízes (PUGA et al., 2011). O déficit de Mn influencia a geração de massa seca, fotossíntese líquida e o teor de clorofila, além de aumentar a susceptibilidade da planta aos danos por temperaturas mais baixas (TOLEDO, 2017).

O zinco é absorvido pelas raízes e folhas das plantas predominantemente na forma catiônica  $\text{Zn}^{2+}$ , ou, também, como Zn quelato, sendo o processo de absorção ativo em ambas as situações (SARTORI et al., 2008). Ao contrário dos outros micronutrientes metais, não está sujeito à mudança de valência, ocorrendo dentro das

plantas somente na forma de cátion bivalente (TOLEDO, 2017). O Zn absorvido pelas raízes é rapidamente transportado para a parte aérea através do xilema. A mobilidade desse elemento existente na planta é considerada intermediária em relação aos elementos altamente móveis, como potássio ou fósforo, e imóveis, como cálcio e manganês (SARTORI et al., 2008).

Os sintomas de deficiência de Zn aparecem nos ramos novos e abragem folhas pequenas, pontiagudas, estreitas e com faixas amarelas irregulares, contrastando com o fundo verde e os ramos com internódios curtos (SARTORI et al., 2008). Sintomas de deficiência de zinco, tais como os mencionados, têm ocorrido frequentemente em viveiros (FERNANDES; CARVALHO; MELO, 2003).

O boro, por sua vez, favorece a síntese de ácidos nucleicos, da clorofila e do ácido indolacético, atuando nos mecanismos de ação das giberelinas. Além disso, o referido elemento participa do metabolismo e transporte de carboidratos, bem como atua na absorção e no transporte de cálcio, exercendo, portanto, grande importância na formação da parede celular (MELO; RIBEIRO, 2011). O boro está envolvido em muitos processos fisiológicos dos vegetais, tais como: síntese e estruturação da parede celular, lignificação, metabolismo fenólico, metabolismo de RNA, metabolismo de ascorbato, respiração, divisão celular, síntese e estruturação de células-guarda (SOUZA et al., 2010). O boro é praticamente imóvel no floema e o seu transporte é conduzido pelo xilema, que o direciona principalmente para os sítios de maior transpiração (folhas), que não são os órgãos de maior demanda por B, como as inflorescências e as partes que as compõem (hastes) (CAMPAGNOL et al., 2009).

A deficiência de boro pode causar danos drásticos ao vegetal. Ao averiguar alterações anatômicas em ápices radiculares de feijoeiro submetido a níveis de boro em solução nutritiva, Moraes-Dallaqua et al. (2000) detectaram que a ausência desse nutriente provocou inibição da divisão e alongamento celular, hipertrofia de células e desorganização de elementos vasculares em raiz, o que impediu a finalização do ciclo da planta.

### **3.3.3. Análise química e física do substrato**

Substrato representa a matéria-prima ou junção de matérias-primas que substituem o solo em um determinado cultivo, sendo caracterizado como um meio de

produção das mudas e ancoragem ao sistema radicular (BARBOSA et al., 2018). Na formação de mudas, os substratos podem ser ditos como o meio mais propício para a sustentação do vegetal, o fornecimento de condições físicas adequadas e a retenção de teores equilibrados de elementos químicos. Devido ao arranjo quali-quantitativo dos materiais utilizados, o oxigênio e o aporte de água e nutrientes afetam o desenvolvimento da muda (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

No desenvolvimento de recipientes adequados para a produção de mudas, o conhecimento das propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato é imprescindível, a fim de proporcionar qualidade satisfatória ao desenvolvimento das plantas (DUMKE; KLEIN, 2021). As propriedades químicas do substrato são afetadas pela presença de macronutrientes e micronutrientes, os quais afetam a qualidade das mudas. A falta de conhecimento dos teores críticos dos atributos químicos no substrato pode impor limitações ao diagnóstico de deficiências nutricionais (SOARES et al., 2014).

O substrato precisa ter boas características físicas e químicas. No entanto, os atributos químicos podem ser mais facilmente manuseados (DORNELLES, 2012). Como exemplos de atributos químicos do solo, que estão relacionados à retenção de água e nutrientes, podem ser citados: pH, nitrogênio, fósforo disponível, potássio, sódio, cálcio, magnésio, alumínio, acidez potencial (LIMA et al., 2021).

Os atributos físicos do solo ou do substrato possuem também função essencial no suprimento e armazenamento de água, de nutrientes e oxigênio no solo. A textura, estrutura, densidade do solo, capacidade de água disponível e percolação da água estão entre os atributos físicos do solo utilizados como indicadores de qualidade do mesmo ou do substrato e que influenciam a produtividade das plantas (CARDOSO, 2014).

### 3.2. PRODUÇÃO DE MUDAS EM SACOLINHAS: OBJETIVOS, VANTAGENS E ESCOLHA DO RECIPIENTE ADEQUADO

Pelo fato de permitir melhor qualidade das mudas, a produção de mudas florestais em recipientes é o método mais empregado (LIMA FILHO et al., 2019). Isso procede por haver melhor proteção das raízes das mudas contra, por exemplo, a desidratação. Assim, o crescimento e percentual de sobrevivência podem ser

aumentados, bem como possibilitam um manuseio mais adequado nos viveiros e na deslocação das mudas para o plantio (NAVROSKI, 2013). Grabias (2014) afirma que a forma do recipiente destinado à formação de mudas precisa proteger o sistema radicular.

De acordo com Sturion e Antunes (2000), a escolha adequada do meio de produção das mudas é de extrema relevância, juntamente com outros fatores que influenciam no padrão de qualidade das mesmas. O tipo de recipiente representa um dos fatores determinantes para a qualidade na formação das espécies florestais em viveiro (GOMES et al., 2003).

Carneiro (1995) comenta que deve-se verificar o potencial de reaproveitamento dos recipientes, os custos de confecção e aquisição, a disponibilidade no mercado, se o recipiente não é tóxico para as mudas e a possibilidade de não ser retirado do torrão no ato do plantio. O fato de ter baixo custo de aquisição e da fácil disponibilidade são as principais justificativas pela escolha da sacolinha plástica. Mesmo com a existência de vários tamanhos e a presença de orifícios para aeração e drenagem, as sacolinhas plásticas causam deformações radiculares, pois, ao encontrar as paredes da sacolinha, as raízes sofrem enovelamento (SARDINHA, 2008).

Além da forma, o material do recipiente também influencia na formação de mudas com qualidade satisfatória, pois, de acordo com Freitas et al. (2005), deformações radiciais poderão ser desencadeadas em recipientes que não permitem o extravasamento das raízes, devido à ausência de poros ou à resistência proporcionada pelo material. O referido fato pode persistir após o plantio, retardando o desenvolvimento das mudas em campo e resultando em maiores gastos com o controle de plantas daninhas.

Gonçalves et al. (2008) enfatizam que outro aspecto relevante é a durabilidade do material da sacolinha, ou seja, a mesma, durante a produção das mudas, não pode se degradar nem gastar muito tempo para se decompor após o plantio das mudas em campo, a ponto de acarretar deformações radiculares. Carneiro (1995) enfatiza que o tempo de degradação total da sacolinha deve ter compatibilidade com o período gasto para a formação da muda, bem como para o seu crescimento em campo, juntamente com outros fatores, como os climáticos.

O extravasamento das raízes nas paredes laterais do recipiente contribui para intensificar a ramificação do sistema radicular proporcionada pelas podas naturais. O rompimento de raízes no recipiente contribui para haver um maior enraizamento da



muda no campo, embora em condições adversas, proporcionando melhor sobrevivência (FREITAS et al., 2005). O emprego de sacolinhas biodegradáveis possibilita que as mudas tenham um crescimento do sistema radicular mais natural possível, similar ao das plantas oriundas de semeio direto ou de regeneração natural (GRABIAS, 2014).

### 3.3. TECIDO NÃO TECIDO (TNT)

#### 3.3.1. Conceito, composição, consolidação e fabricação

A NBR 13370 (ABNT, 2017) conceitua o TNT como sendo uma estrutura plana, flexível e porosa, composta por véu ou manta de fibras, orientados e consolidados. A INDA – Association of the Nonwoven Fabrics Industry (2018) define o TNT como uma estrutura ou teia ligada por um emaranhado de fibras ou filamentos. Trata-se de folhas planas e porosas fabricadas por fibras isoladas, de plástico deterrido ou filme plástico.

O TNT é produzido a partir de fibras desorientadas que são aglomeradas e fixadas, não passando pelos processos têxteis convencionais, como a fiação e tecelagem. O TNT não precisa de tear para ser elaborado (LINHARES, 2020), sendo feito a partir do polipropileno. Este, por sua vez, representa um polímero oriundo do propeno ou propileno facilmente moldado quando submetido a altas temperaturas. Este polímero se insere ao grupo das poliolefinas, que abrangem polietilenos e polibutenos (ZARPELON, 2021). A diferença do polipropileno para o polietileno ocorre pela substituição de um grupo metil nos carbonos secundários da cadeia polimérica principal. Isso restringe a rotação das cadeias e produz um produtor com maior resistência (SMITH, 2012).

A manta de tecido não tecido (TNT) apresenta, em sua composição, extensos filamentos de polipropileno, inseridos em camadas e soldadas entre si, representando um material extremamente leve (PIRES et al., 2013). As matérias-primas mais empregadas para a composição das fibras e dos filamentos no TNT são artificiais (exemplos: vidro e silicone), naturais (exemplos: lã, algodão, coco e cerâmicas) e sintéticas (exemplos: poliéster e polipropeno) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃO TECIDO, 2021).

Suas fibras são unidas através do calor, dispensando a fase específica de

“tecer” (LINHARES, 2020). Nesta etapa, um polímero termoplástico sofre fundição por meio de uma “fieira”. Em seguida, o mesmo é esfriado e estirado, além de ser inserido em esteira (calandra), no formato de véu ou manta (LEITE; KEMPKA; PRESTES, 2014).

A fabricação do TNT, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecido (2021), pode ser feita através de três métodos diferentes, que são: via seca, úmida ou fundida. Acerca da consolidação do material, há três métodos: via mecânica (fricção), química (adesão) ou térmica (coesão).

Na consolidação mecânica, as fibras são aderidas através de processos de agulhagem, hidroagulhamento e coser-tricotar (REWALD, 2006). O processo de consolidação química acontece por meio de adesão pela resinagem. Ocorre, nesse caso, a adição de insumos ligantes capazes de unir as fibras. Por sua vez, a consolidação térmica é, na maioria das vezes, aplicada por um conjunto de rolos gravado e liso, proporcionando características mecânicas diferentes ao material conforme o desenho considerado (ZARPELON, 2021).

### **3.3.2. Vantagens de sua utilização**

Os não tecidos, feitos a partir do polipropileno, apresentam propriedades de polímeros termoplásticos, representando, assim, materiais recicláveis (ZARPELON, 2021). Todos os TNTs são biodegradáveis e aprovados pelos órgãos que supervisionam a proteção da ecologia mundial. O TNT inclui, na sua fabricação, o aditivo oxibiodegradável PDQ-H®. Assim, esse material degrada em um tempo muito menor que os plásticos comuns, contribuindo para a redução de resíduos sólidos e a preservação ambiental. As sacolinhas plásticas levam cerca de 250 anos para se decompor, ao passo que o prazo do TNT é, aproximadamente, de 6 meses a um ano (LINHARES, 2020).

O TNT possui custo baixo, alta comercialização no mercado e capacidade de permeabilidade. Além do mais, o seu emprego em escala industrial é favorável devido à sua superfície regular e condições higiênicas adequadas (LEITE; KEMPKA; PRESTES, 2014). Trata-se, ainda, de um material extremamente leve e de boa resistência para fins agrícolas (PIRES et al., 2013).

### 3.3.3. Cores e gramaturas

A gramatura, que representa uma das propriedades do TNT, indica a massa de não tecido em cada unidade de área. A classificação da gramatura, feita pela Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos (ABINT), compreende desde os materiais leves ( $25 \text{ g/m}^2$ ) aos materiais muito pesados (maiores que  $150 \text{ g/m}^2$ ) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃO TECIDO, 2021).

Existem várias cores desse material disponíveis no mercado, como vermelha, verde, amarela, branca, e também várias gramaturas. (COELHO et al., 2008). Quanto à gramatura, que significa “peso por unidade de área”, os TNTs podem ser classificados como: leves ( $< 25 \text{ g/m}^2$ ), médio ( $26 - 70 \text{ g/m}^2$ ), pesados ( $71 - 150 \text{ g/m}^2$ ) e muito pesados ( $> 150 \text{ g/m}^2$ ) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃO TECIDO, 2021). A escolha da gramatura adequada deve-se considerar um conjunto de fatores, como a disponibilidade no mercado e as interferências na produção. Ao empregar o TNT nas gramaturas de  $20 \text{ g/m}^2$  e  $40 \text{ g/m}^2$  para o ensacamento de pêssego, Coelho et al. (2008) observaram que a maior gramatura proporcionou menores permeabilidade e exposição aos raios solares.

### 3.3.4. Aplicações

O TNT se tornou indispensável no cotidiano humano, pelo fato de apresentar diferentes aplicações, tais como: atuar como isolante térmico e acústico na área automobilística, fabricação de diversas embalagens e produtos empregados nos setores hospitalar e odontológico. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), o Brasil é um dos países que mais agita a área de tecidos-não-tecidos descartáveis. No ano de 2014, a economia brasileira movimentou cerca de 2,46 milhões de dólares, estando atrás somente de China e Estados Unidos (BENVEGNÚ, 2016).

Diversas são as aplicações do TNT. Na horticultura, o não tecido de polipropileno pode atuar na proteção de mudas de alface no período do inverno, pelo fato de oferecer proteção contra pragas e efeitos climáticos, como precipitações e ventos (OTTO; REGHIN; SÁ, 2001). Também pode fazer parte da estrutura em estufas, como forma de proteger as mudas contra altas temperaturas (PIRES et al.,

2013).

O uso deste material na produção de mudas de café tem mostrado resultados acerca dos atributos morfológicos das plantas. Além do mais, possibilita o plantio sem haver a retirada da embalagem, pelo fato de ser biodegradável. Assim, proporciona ótima agilidade na rotina do plantio de mudas (NASSER; LIMA JÚNIOR; GALLO, 2010). Apesar das embalagens biodegradáveis serem muito valorizadas por estar em conformidade com as propostas de conservação ambiental e também por não precisar ser retiradas para o plantio das mudas, poucas informações são disponíveis sobre o uso de sacolinhas alternativas e biodegradáveis na produção de mudas (FERRAZ; CEREDA; IATAURO, 2015). Acerca das sacolinhas feitas de TNT, estudos sobre o seu emprego na produção de mudas de espécies florestais ainda são incipientes.

### 3.6. POLÍMERO HIDRORRETENTOR

#### 3.6.1. Composição e finalidade

Em viveiros florestais em épocas de estiagem, geralmente é necessário ficar atento aos níveis de água nos reservatórios ou poços usados na irrigação das mudas. Este fato torna indispensável o estudo de técnicas para otimização da disponibilidade hídrica (SAAD; LOPES; SANTOS, 2009). Nesse sentido, Koupai, Eslamian e Kazemi (2008) afirmam que as tentativas de melhoria da capacidade de retenção hídrica e nutricional no solo / substrato podem contribuir para proporcionar condições adequadas ao crescimento das plantas, pelo fato de ocorrer redução da transpiração e fotossíntese de plantas sob estresse hídrico.

Na produção e no transplante de mudas florestais para o campo, a falta de uma hidratação em níveis adequados representa um dos maiores motivos que favorecem a mortalidade das mesmas (PINTO JÚNIOR, 2016).

Um recurso elaborado que pode reduzir a ocorrência de tais transtornos e trazer outros benefícios é o chamado polímero hidrorretentor. Também conhecido como hidrogel, hidrorretentor ou superabsorvente, representa um polímero hidrofílico ou absorvente de água com estrutura tridimensional, na maioria das vezes constituído por moléculas orgânicas de longa cadeia e elevado peso molecular unidas por ligações cruzadas entre as cadeias (DUARTE et al., 2019).

Esses polímeros vêm sendo utilizados desde a década de 60 como condicionantes das propriedades físicas e químicas do solo e, principalmente, para o aumento da disponibilidade hídrica no desenvolvimento de culturas agrícolas e florestais, reduzindo a necessidade de irrigação (SAAD; LOPES; SANTOS, 2009). No início, os referidos polímeros eram empregados na agricultura em áreas de clima árido, no intuito de reduzir os efeitos da baixa presença de água e disponibilizá-la por maior tempo (EKEBAFE; OGBEIFUN; OKIEIMEN, 2011).

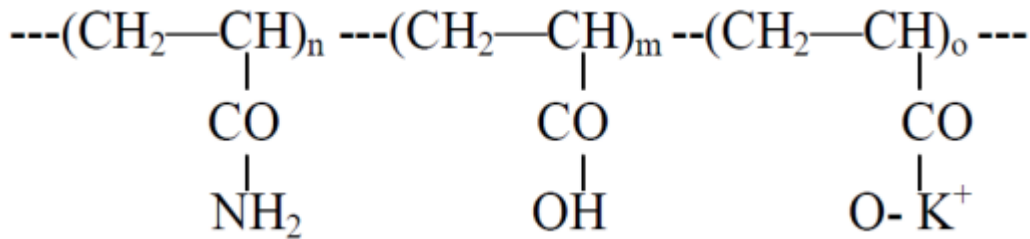
Segundo Navroski et al. (2016), os polímeros hidrorretentores, também conhecidos como hidrogéis, podem ser compostos tanto por fontes naturais, como o amido, quanto por meios sintéticos a partir do petróleo. Possuem como principal característica a sua expansão e armazenamento na presença de água. O hidrogel é basicamente composto por poliácridamida que, ao ser inserida no solo, possui capacidade de promover maior aeração e drenagem e reduzir a lixiviação de nutrientes (SANTOS et al., 2021). Ekebafé, Ogbeifun e Okieimen (2011) os definem como cadeias cruzadas de polímeros hidrofílicos que absorvem água e crescem várias vezes em relação ao seu tamanho e peso.

Na forma desidratada, os polímeros são encontrados na forma granular e caracterizados como quebradiços. No entanto, na presença de água, passam a ter maciez e elasticidade (VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006).

Eles apresentam redes reticuladas tridimensionais (obtidas por reticulações químicas ou interações físicas) e mostram capacidade de se expandir. Assim, retêm água ou fluido biológico dentro de sua estrutura (AHMED, 2015). As partículas de gel se comportam como pequenos reservatórios individuais, tendo a maior parte da umidade retida na forma disponível às plantas (TITTONELL; GRAZIA; ANJOS, 2002). A absorção e retenção por parte do polímero hidrorretentor ocorre sem haver perda na sua forma tridimensional (FREITAS et al., 2019).

Os polímeros hidrorretentores reúnem copolímeros que apresentam ligantes cruzados de ácido acrílico e acrilamida, que são neutralizados através de sal de potássio, a fim de neutralizar o pH. Os grupos carboxílicos presentes na cadeia do polímero (Figura 1) favorecem a absorção de água, mesmo que as ligações cruzadas não permitam a sua total solubilização (BORELLI, 2016).

Figura 1 – Estrutura química de um polímero hidrorretentor.

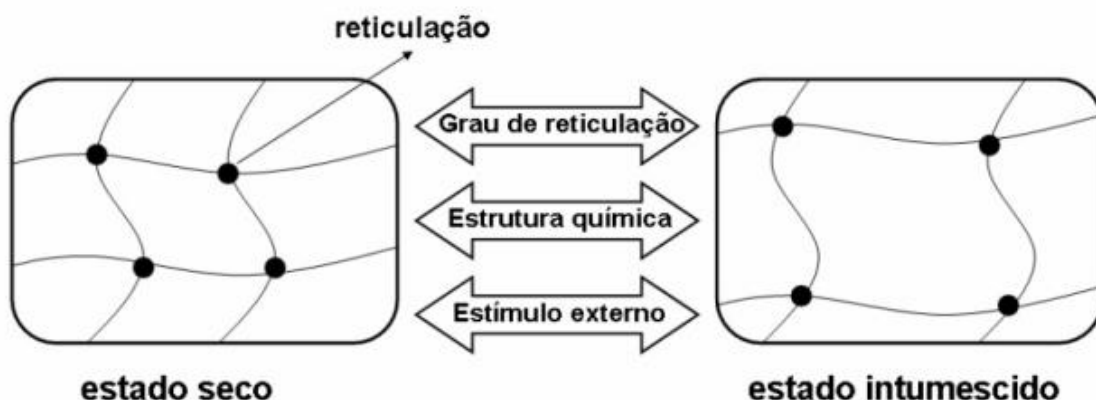


Fonte: Borelli (2016).

A absorção de água nas moléculas do polímero ocorre via processo químico. Nessa etapa, ocorre repulsão eletrostática entre as cargas na estrutura do polímero, resultando na transformação deste em gel (BORELLI, 2016).

A capacidade de retenção do hidrogel depende dos grupos hidrofílicos presentes em sua composição (-OH-, -CONH-, -COO- e -SO<sub>2</sub>H-) (YONEZAWA; MOURA; AOUADA, 2017). Após a hidratação do polímero, a água se confina através de uma ligação forte nas moléculas com maior afinidade polar. Através desse processo, há aumento da estrutura do polímero, o que está associado à capacidade de expansão (SABADINI, 2015). Essa capacidade está relacionada a um fenômeno osmótico, responsável pelo transporte do solvente para o interior do hidrogel, que é contrabalanceado por uma força elástica retrativa. Dessa forma, o hidrogel alcança a sua capacidade máxima de absorção, ou seja, o seu estado de equilíbrio de intumescimento ou inchamento (YONEZAWA; MOURA; AOUADA, 2017) (Figura 2).

Figura 2 - Esquemas propostos para retículos de um hidrogel no a) estado seco e b) intumescido. Perceba a expansão dos retículos acarretada pela absorção de água.



Fonte: Aouada e Mattoso (2009).

A utilização de polímeros hidrorretentores incorporados ao substrato tem se

apresentado como uma alternativa de manejo para o estabelecimento inicial de mudas em viveiro comercial (TATAGIBA et al., 2019). O referido polímero tem potencial de absorção de 150 a 400 vezes a sua massa seca em água e armazenar e disponibilizar a mesma quando necessário. Além do mais, o hidrogel age contra o estresse hídrico temporário, reduzindo transtornos relacionados à disponibilidade hídrica irregular ou deficitária (FERREIRA et al., 2014). Com o aumento da retenção de água no solo, o hidrogel pode favorecer a sobrevivência de plantas em plantios em épocas secas (FELIPPE et al., 2016). Os polímeros hidrorretentores foram propostos no intuito de representar uma alternativa para adequar a disponibilidade de água, além de reter nutrientes requeridos para um adequado crescimento das mudas em viveiro e da posterior implantação de povoamentos florestais (TEIXEIRA et al., 2019).

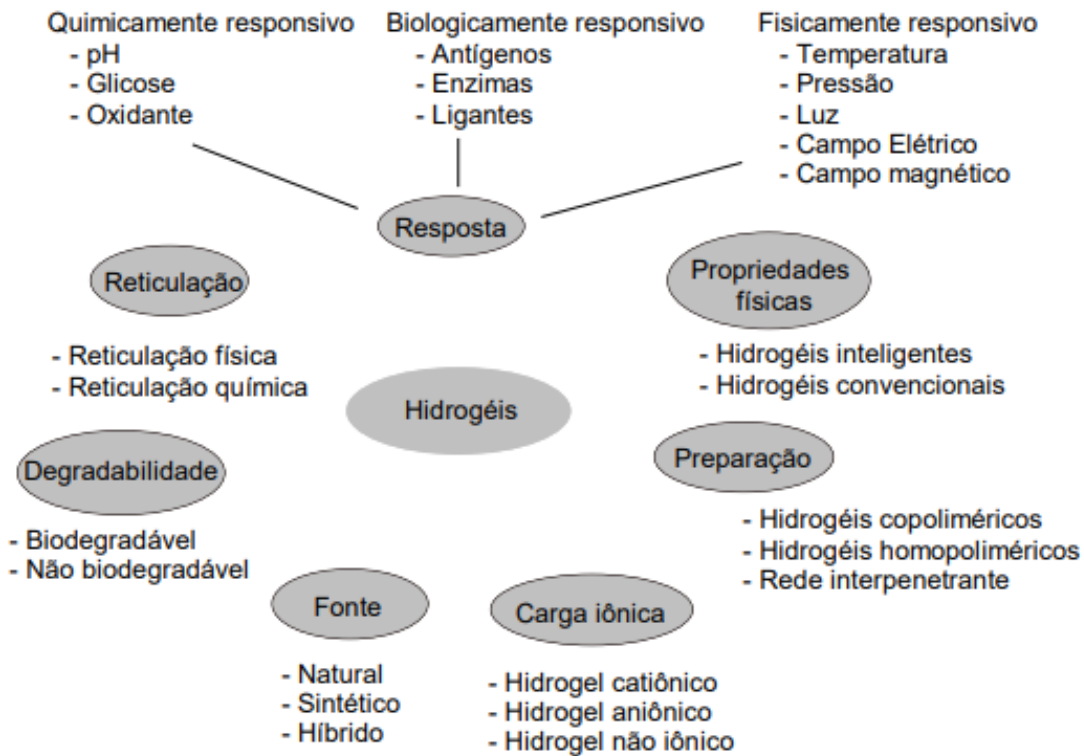
Ao ser incorporados ao substrato de produção da muda, os resultados proporcionados pelos polímeros hidrorretentores representam diferentes respostas à retenção de água e características de assimilação da planta (NEVES et al., 2020).

### **3.6.2. Classificações e tipos de hidrogéis mais empregados**

Os hidrogéis podem ser classificados conforme várias características. Acerca da presença do tipo de reticulações, os hidrogéis podem ser divididos em físicos, químicos ou antropológicos. Os géis físicos apresentam ligações eletrostáticas intermoleculares, como as pontes de hidrogênio, enquanto os géis antropológicos são compostos por emaranhamentos microcristalinos. Em relação à carga iônica, os hidrogéis podem ser agrupados em nêutros, aniônicos, catiônicos e anfotéricos, uma vez que a carga se determina através dos grupos laterais presentes na cadeia principal polimérica (SEEFELDT, 2014).

A classificação dos hidrogéis pode ser feita conforme diversos outros fatores, como a origem, forma de preparo e cargas iônicas (Figura 3).

Figura 3 – Classificação dos hidrogéis.



Fonte: Dutra (2020).

Os polímeros hidrorretentores mais utilizados são os de origem sintética, como a propenamida ou poliacrilamida, e os copolímeros, como a apropenamida-propenoato, empregados como flocculantes de fraldas e outros utensílios para fins sanitários, além de armazenar resíduos líquidos (PIEVE, 2012).

Embora os polímeros hidrorretentores possam parecer similares entre si, a sua composição química e estrutura física podem diferir, o que afeta a forma de retenção, absorção e liberação de água e nutrientes. Por isso, os hidrogéis são divididos em três grupos: Grupo 1 – a água fica permanentemente no interior do hidrogel, devido a uma forte ligação do hidrogênio; Grupo 2 – não há permanência de água no interior do polímero por grandes períodos de tempo, devido a uma fraca ligação física; Grupo 3 – a fraca ligação de hidrogênio favorece o confinamento da água, liberando-a gradativamente ao longo do tempo (BORELLI, 2016).

Dentro do grupo 3, o que reúne a maior parte dos hidrorretentores empregados para a produção de mudas, há três grupos principais de polímeros hidrorretentores empregados nas plantas: copolímeros de amido (poliacrilonitrila-amido); álcoois polivinílicos (copolímeros de álcool vinílico-ácido arílico) e poliacrilamidas (copolímeros de acrilamida-acrilato de sódio) (TITTONELL; GRAZIA; ANJOS, 2002).



As poliacrilamidas não são biodegradáveis e, dessa forma, quando adicionadas ao meio de produção da muda, sofrem degradação ou dissociação pela planta, da incidência de raios ultravioletas e da ação de fertilizantes agrícolas. No entanto, os produtos resultantes da dissociação dos referidos polímeros são: dióxido de carbono, água e amoníaco. Ambos não proporcionam problemas relacionados à toxicidade (PIEVE, 2012).

Polímeros oriundos de fontes naturais têm se apresentado relevantes, por causa da realização de pesquisas com ênfase em produtos farmacêuticos e agrícolas que exigem materiais biodegradáveis, como forma de haver menor consumo de produtos derivados de combustíveis fósseis (SANTOS, 2015).

Além do mais, o emprego de polímeros de origem natural, como os polissacarídeos, na confecção de hidrogéis, tem sido enfatizado por ser biocompatibilizado, hidrofílico, biodegradável e não tóxico. Os polissacarídeos são empregados principalmente por causa da presença de grupos reativos na sua estrutura, possibilitando sua alteração química para alcançar características desejadas (ISMAIL; IRANI; AHMAD, 2013; SADEGHI; HEIDARI, 2010).

### **3.6.2. Aplicações**

Na literatura, há diversas aplicações do polímero hidrorretentor na produção de mudas. Por exemplo, um estudo verificou que houve melhorias nas propriedades físicas e químicas do substrato na produção de mudas com o uso deste gel (NAVROSKI et al., 2016).

Em estudo realizado para 11 espécies arbóreas nativas do Cerrado, Monteiro et al. (2016) não verificaram efeito significativo do polímero no crescimento inicial e na sobrevivência em campo. Os mesmos autores afirmam que o hidrogel não tem um comportamento definido quanto à sua influência no crescimento da planta, podendo ou não influenciar na altura e diâmetro do coleto. Monteiro Neto et al. (2019) relataram que o uso de polímero hidrorretentor juntamente com substratos irrigados em dias alternados não favoreceu a produção de mudas de rosa do deserto.

A literatura também aborda efeitos negativos do polímero hidrorretentor. Estudos de Flannery e Busscher (1982) abordam que, mesmo com a boa capacidade de retenção de água proporcionada, o polímero mencionado prejudicou a produção

de mudas de azaleia, devido à pouca aeração no sistema radicular. Esse transtorno se agravou com o aumento da dosagem desse polímero incorporado ao substrato.

O aumento das dosagens do polímero hidrorretentor danificou a acumulação de massa seca da parte aérea de portaenxertos da goiabeira. Por consequência, houve obtenção de maior relação altura e massa seca da parte aérea (PEREIRA, 2017).

Melo et al. (2005) ao averiguar o efeito do polímero hidrorretentor Terracottem e a incidência de irrigações na produção de mudas de café em recipientes plásticos, observaram que há diminuição da altura das plantas à medida que aumentam as doses do referido polímero, independente da frequência das irrigações. Resultados similares foram também vistos por Mendonça et al. (2002), em um estudo acerca do uso de polímero hidrorretentor na produção de mudas de café em recipientes. Os mesmos autores viram que não houve resultados satisfatórios para o referido polímero na produção das mudas do cafeeiro.

Em contrapartida, Mews et al. (2015) constataram influência positiva do uso do gel no crescimento de *Handroanthus ochraceus* em casa de vegetação e em associação com fertilização nitrogenada. Maldonado-Benitez et al. (2011) concluíram que houve efeito do hidrogel na produção de mudas de pinus com maiores valores de diâmetro do coleto, o que estão associados à maior qualidade da muda acarretada pelo referido polímero.

Souza et al. (2016) observaram maior crescimento de mudas de café produzidas em sacolinhas de polietileno, devido ao aumento da oferta de água e à liberação gradativa de umidade e nutrientes. Ao adicionar um polímero hidrorretentor no substrato para a produção de mudas de pimenta, Tittonell, Grazia e Anjos (2002) detectaram que houve melhoria dos parâmetros de qualidade da muda, o que foi atribuída à maior retenção de água e capacidade de troca catiônica.

Em pesquisa acerca do efeito do hidrogel na produção de mudas de eucalipto, nota-se expressivo aumento de produtividade, menor frequência de irrigações e maior crescimento, quantidade de perfilhos e retenção de água (disponibilizando-a gradativamente às mudas) (MARQUES et al., 2013).

Na agricultura, Yonezawa, Moura e Aouada (2017) concluíram que o emprego do polímero hidrorretentor pode favorecer a germinação e o crescimento de cultivares, como: colza, trigo, quiabo, pepino e manjeriço. Os mesmos autores atribuem esses benefícios às propriedades de retenção e disponibilidade volumosa de água, bem

como à liberação gradativa de nutrientes, embora diversos fatores possam afetar a germinação e o crescimento, como a espécie trabalhada.

O emprego de polímero hidrorretentor favoreceu a manutenção da capacidade fotossintética de *Schinus terebinthifolia*, em condições de déficit hídrico (BELTRAMIN et al., 2020). Acerca do emprego de hidrogéis na agricultura brasileira, Monteiro Neto et al. (2017) detectaram o uso de vários produtos comerciais na produção de mudas de diferentes espécies, fornecendo resultados relevantes inerentes ao uso dos referidos polímeros na qualidade das mudas.

De forma geral, as conclusões sobre o uso do polímero hidrorretentor são amplas, mas não consideram as características químicas da solução ou do substrato utilizado (NEVES et al., 2020) e seus reais benefícios para determinadas espécies. Além do mais, poucos são os trabalhos com ênfase na interação do polímero hidrorretentor com nutrientes, o que pode relacionar com a presença significativa de elementos químicos capazes de deteriorar o hidrogel (PINTO JÚNIOR, 2016).

Segundo Navroski et al. (2016), apesar de todas as características e benefícios do polímero, são necessários estudos para caracterizar seu comportamento no solo e nas plantas, a forma de aplicação e as doses recomendadas. Um dos principais empecilhos para a sua ampla utilização se trata da carência de conhecimentos sobre seus efeitos em espécies florestais. Portanto, a experimentação é necessária, a fim de evitar gastos adicionais sem respostas de produção expressivas.

## REFERÊNCIAS

AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: a review. **Journal of Advanced Research**, v. 6, p. 105-121, 2015.

ALMEIDA, R. S. de.; MAYRINCK, R. C.; ZANINI, A. M.; DIAS, B. A. S.; BARONI, G. de R. Crescimento e qualidade de mudas de *Croton floribundus* Spreng. em diferentes recipientes e substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 672-685, 2014.

ANDRADE, M. L. F. de.; BOARETTO, A. E. Deficiência de macronutrientes em *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kintze. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 811-823, 2019.

ANDRAUS, M. de P. **Produção de mudas de espécies florestais inoculadas em dois tipos de recipientes**. 2017. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

ANDREOTTI, M.; NAVA, I. A.; WIMMER NETO, L.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio e modos de adubação em cobertura sobre a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na "safra das águas". **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 595-602, 2005.

ANJOS, D. C. dos.; HERNANDEZ, F. F. F.; COSTA, J. M. C. da.; CABALLERO, S. S. U.; MOREIRA, V. O. G. Fertilidade do solo, crescimento e qualidade de frutos do mamoeiro Tainung sob fertirrigação com potássio. **Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 774-785, 2015.

AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H. C. **Hidrogéis biodegradáveis: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 32 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃO TECIDOS. **Classificação, identificação e aplicações de não tecidos**. 2021. Disponível em: <[http://www.abint.org.br/pdf/Manual\\_ntecidos.pdf](http://www.abint.org.br/pdf/Manual_ntecidos.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2021.

AVALHÃES, C. C.; PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; CORREIA, M. A. R. Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional de capim-elefante (cv. Mott) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 215-222, 2009.

BARBOSA, J. R. L.; RIGON, F.; CONTE, A. M.; SATO, O. Caracterização de atributos físicos de substratos para fins de produção de mudas. **Cultivando o Saber**, v. 11, n. 1, p. 13-25, 2018.

BATISTA, M. A., INOUE, T. T., ESPER NETO, M., MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. comps. **Hortalças-fruto [online]**. Maringá: EDUEM, 2018, p. 113-162.

BELTRAME, R. A.; LOPES, J. C.; LIMA, J. S. de S.; QUINTO, V. M. Spatial distribution

of physiological quality of *Joannesia princeps* Vell. Seeds. **Revista Árvore**, v. 41, n. 4, p. 1-11, 2017.

BELTRAMIN, F. A.; SILVA, W. C.; SANTOS, C. C.; SCALON, S. de P. Q.; VIEIRA, M. do C. Water-retaining polymer mitigates the water deficit in *Schinus terebinthifolia*: photosynthetic metabolism and initial growth. **Engenharia Agrícola**, v. 40, n. 6, p. 684-691, 2020.

BENVEGNÚ, T. C. **Estudo das propriedades estruturais, mecânicas, hidrofílicas e de permeabilidade de não tecidos Spunbonded e SMS**. 2016. 67 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BORELLI, A. B. **Aplicação de polímero hidroretentor na cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial**. 2016. 51 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

BORGES, B. M. F. N.; LUCAS, F. T.; MODESTO, V. C.; PRADO, R. de M.; SILVA, E. S. da.; BRAOS, B. B. Métodos de determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes em folhas de alface. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 12-16, 2011.

BRUNA, J. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas: saiba reconhecer como está a condição da sua área por diferentes avaliações e veja as melhores dicas sobre o tema**. 2019. Disponível em: <<http://www.agroexata.com.br/identifique-como-esta-afertilidade-do-solo-e-nutricao-de-plantas-da-sua-area/>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 195, p. 5, 2002.

CAMARGO, R. de.; PIRES, S. C.; MALDONADO, A. C.; CARVALHO, H. de P.; COSTA, T. R. da. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-mansão em sacolas plásticas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 31-38, 2011.

CAMPAGNOL, R.; NICOLAI, M.; MELLO, S. da C.; ABRAHÃO, C.; BARBOSA, J. C. Boro e nitrogênio na incidência de hastes ocas e no rendimento de brócolis. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1477-1485, 2009.

CARDOSO, J. A. F. **Atributos químicos e físicos do solo e matéria orgânica do solo sob mangueira irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2014.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451 p.

CARVALHO, M. G. C. **Desenvolvimento de plantas de *Copaifera langsdorffii* Desf. em viveiro e na recuperação de nascentes em condições de Cerrado**. 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2018.

CASTRO, C. de.; OLIVEIRA JUNIOR, A. de.; OLIVEIRA, F. A. de.; FIRMANO, R. F.; ZANCANARO, L.; KLEPKER, D.; FOLONI, J. S. S.; BRIGHENTI, A. M.; BENITES, V. de M. **Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

COELHO, L. R.; LEONEL, S.; CROCOMO, W. B.; LABINAS, A. M. Avaliação de diferentes materiais no ensacamento de pêssegos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 822-826, 2008.

DALAZEN, J. R.; GONTIJO, I.; PAYE, H. de S.; VALANI, G. P.; TOMAZ, M. A.; PARTELLI, F. L. Dinâmica de macronutrientes em folhas e cachos de pimenta-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, p. 1-11, 2020.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; SASSO, S. A. Z.; ZARTH, N. A.; MAZARO, S. M. Fontes de cálcio aplicadas no solo e sua relação com a qualidade da uva 'Venus'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 881-889, 2009.

DE CONTI, A. C.; REIS, R. C. S. dos.; DE CONTI, C.; DANIEL NETO, R. F.; ARANTES, A. K. Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **RETEC: Revista de Tecnologias**, v. 5, n. 1, p. 113-121, 2012.

DOMINGOS, V. D.; BOARO, C. S. F.; CATANEO, A. C.; LOBO, T. F.; MARTINS, D. Efeito do cobre na atividade da enzima pirogalol peroxidase em plantas de *Myriophyllum aquaticum* cultivadas em solução nutritiva. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 375-380, 2005.

DORNELLES, P. **Análises físicas de substratos e sua utilização na produção de mudas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.)**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2012.

DUARTE, R. M.; CONTRERAS, R. L. G.; CONTRERAS, F. R.; CARVAJAL, A. L.; RAMÍREZ, F. N. Irrigation deficit and hydrogel application in olive productivity in desert regions. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 10, n. 2, p. 393-404, 2019.

DUMKE, C.; KLEIN, C. Análise física e química do substrato para plantas ornamentais: relato de aula prática. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc**, v. 6, p. 1-7, 2021.

DUTRA, M. A. L. **Hidrogéis híbridos de poliacrilamida e amido: síntese, caracterização e estudo da aplicabilidade em águas contaminadas**. 2020. 111 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

EKEBAFE, L. O.; OGBEIFUN, D. E.; OKIEIMEN, F. E. Polymer applications in agriculture. **Biokemistri**, v. 23, n. 2, p. 81-89, 2011.

EMBRAPA. **Berinjela (*Solanum melongena* L.)**. 2022. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Berinjela/Berinjela\\_Solanum\\_melongena\\_L/diagnosefoliar.html#:~:text=O%20excesso%20de%20nitrog%C3%AAnio%20favorece,conserva%C3%A7%C3%A3o%20p%C3%B3s%20colheita%20dos%20frutos](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Berinjela/Berinjela_Solanum_melongena_L/diagnosefoliar.html#:~:text=O%20excesso%20de%20nitrog%C3%AAnio%20favorece,conserva%C3%A7%C3%A3o%20p%C3%B3s%20colheita%20dos%20frutos)>. Acesso em: 20 jan. 2022.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 77 p.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; FRIGOTTO, T.; ALBUQUERQUE, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215-225, 2016.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. de.; MELO, P. C. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). **Cerne**, v. 9, n. 2, p. 221-230, 2003.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

FERREIRA, E. A.; SILVA, V. A.; SILVA, E. A.; SILVEIRA, H. de R. Eficiência do hidrogel e respostas fisiológicas de mudas de cultivares apirênicas de citros sob déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 158-165, 2014.

FERREIRA, M. M. M. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012.

FLANNERY, R. L.; BUSSCHER, W. J. Use of a synthetic polymer in potting soil to improve water holding capacity. **Communication in Soil Science Plant**, v. 13, n. 2, p. 103-111, 1982.

FREITAG, A. S.; MORAIS, W. W. C.; NISHIJAMA, T. Otimização da irrigação para a formação de mudas de *Pinus elliottii*. **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 33-42, out. 2012.

FREITAS, J. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de.; ABREU, E. C. de F.; ALMEIDA, A. E. da S. Fotodegradação de hidrogel de poliacrilamida na presença de substâncias químicas para o uso na agricultura. **Matéria**, v. 24, n. 3, p. 1-8, 2019.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.

GIACHINI, R. M.; LOBO, F. de A.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e.; ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 75-80, 2010.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização NP-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GONÇALVES, B. de O.; COGO, F. D.; CAMPOS, K. A.; ALMEIDA, S. L. S. de.; MORAIS, A. R. de. Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*) em diferentes substratos e genótipos. In: Jornada Científica e Tecnológica do Instituto Federal Sul de Minas Gerais *campus* Machado, 1., 2008, Machado. **Anais...** Machado: Instituto Federal Sul de Minas Gerais, 2008.

GRABIAS, J. **Recipientes, formas de repicagem e concentrações de fertilizante mineral na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Calophyllaceae)**. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SOUSA, V. F. de; AZEVEDO, B. M.; ALCANTARA, R. M. C. M.; RIBEIRO, V. Q.; ELOI, W. M. Efeitos da fertirrigação de N e K<sub>2</sub>O na absorção de macronutrientes pela graviola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2006.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Informação agrônômica sobre nutrientes para as plantas**. Disponível em: <[https://www.npct.com.br/publication/nutrifacts-brasil.nsf/book/NUTRIFACTS-BRASIL-5/\\$FILE/NutriFacts-BRASIL-5.pdf](https://www.npct.com.br/publication/nutrifacts-brasil.nsf/book/NUTRIFACTS-BRASIL-5/$FILE/NutriFacts-BRASIL-5.pdf)>. Acesso em: 9 jul. 2021.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

ISMAIL, H.; IRANI, M.; AHMAD, Z. Starch-based hydrogels: present status and applications. **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials**, v. 62, n. 7, p. 411-420, 2013.

JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONES, T. M.; SARMIENTO, F. Produção de serrapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 898-877, 2008.

JUCOSKI, G. de O.; CAMBRAIA, J.; RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, J. A. de. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. **Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 720-728, 2016.



KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 287-291, 2010.

KINPARA, D. I. **A importância estratégica do potássio para o Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

KOUPAI, J. A.; ESLAMIAN, S. S.; KAZEMI, J. A. Enhancing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 8, n. 1, p. 67-75, 2008.

LEAL, R. M.; PRADO, R. M. Desordens nutricionais no feijoeiro por deficiência de macronutrientes, boro e zinco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 301-306, 2008.

LEITE, T. M. M.; KEMPKA, A. P.; PRESTES, R. C. Avaliação de tripa de tecido não tecido (TNT) como alternativa de envoltório para salame tipo italiano. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 1, p. 51-59, 2014.

LEONARDO, F. de A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. de M.; COSTA, J. P. da. 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, B. R.; DONATO JÚNIOR, E. P.; BEBÉ, F. V.; OLIVEIRA, E. P.; PEREIRA, E. G.; FERNANDES, E. C.. Propriedades químicas do solo e desenvolvimento do coentro tratado com biofertilizante e cobertura de moringa. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2021.

LIMA, R. L. S. de.; SEVERINO, L. S.; CAZETTA, J. O.; AZEVEDO, C. A. V. de.; SOFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Redistribuição de nutrientes em folhas de pinhão-mansão entre estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1175-1179, 2011.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. dos S.; ABREU, A. H. M. de.; FONSECA, A. C. da.; SILVA, E. V. da. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o bio-sólido como substrato. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019.

LINHARES, H. **O que é TNT – tecido não tecido**. 2020. Disponível em: <<http://sohelices.com.br/o-que-e-tnt-tecido-nao-tecido/>>. Acesso em: 18 jan. 2021.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. de. Parâmetros morfofisiológicos na avaliação da qualidade de mudas de três espécies florestais. **Agrogeoambiental**, v. 8, n. 3, p. 51-59, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002.

LORENZI, H.; SOUZA H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. ed. São Paulo: Plantarum, 2011. 1120 p.

MARQUES, T. A. et al. Polímero absorvente em cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 1, 2013.

MALDONADO-BENITEZ, K. R.; ALDRETE, A.; LÓPEZ-UPTON, J.; VAQUERAHUERTA, H.; CETINA-ALCALÁ, V. M. Producción de *Pinus Greggii engelm.* en mezclas de sustrato con hidrogel y riego, en vivero. **Agrociencia**, v. 45, n. 3, p. 389-398. 2011.

MELO, B. de.; ZAGO, R.; SANTOS, C. M. dos.; MENDONÇA, F. C.; SANTOS, V. L. M. dos.; TEODORO, R. E. F. Uso do polímero hidroabsorvente Terracottem® e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ceres**, v. 52, n. 299, p. 13-22, 2005.

MELO, J. S. de.; RIBEIRO, V. G. Efeito de déficit hídrico transiente e doses crescentes de boro sobre a fertilidade de gemas de videira cv. Itália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 482-490, 2011.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo**. 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2022.

MENDES, J. P. P.; AMARAL, A. M.; VERSSIANI, M. A. S.; SANTOS, M. A. C. M. Crescimento e qualidade de mudas de baru em reposta a hidrotentor e água magnetizada. **Scientia Plena**, v. 16, n. 11, p. 1-10, 2020.

MENDES, P. J.; YADA, M. M. Produção de biodiesel do fruto da cutieira. **Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 370-380, 2018.

MENDONÇA, A. V. R.; RIBEIRO, L. G.; ASSUNÇÃO, J. R. A.; FREITAS, T. A. S. de.; SOUZA, J. S. Recipiente de fibras de *Attalea funifera* para produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 245-252, 2016.

MENDONÇA, C. M.; TEODORO, R. E. F.; LIMA, L. M. L. de.; FERNANDES, D. L.; CORDEIRO, M. G.; NOVAES, Y. N. Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Acaiá em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 167-171.

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de.; AZEVEDO, G. T. de O. S.; SOUZA, A. M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 107-116, 2015.

MONTEIRO, M. M.; VIEIRA, D. A.; SILVA-NETO, C. M.; GATTO, A.; VENTUROLI, F. Abordagem multivariada do uso do hidrogel em espécie nativas do cerrado em área degradada. **Tree Dimensional**, v. 1, n. 1, 2016.

MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; MAIA, S. da S.; SILVA, I. K. A. C. da.; CHAGAS, E. A.; AMAYA, J. Z. E.; ABANTO-RODRIGUEZ, C. Use of substrates and

hydrogel to produce desert rose seedlings. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 4, p. 336-344, 2019.

MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. S.; ARAÚJO, W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, p. 289-297, 2016.

MORAES-DALLAQUA, M. A.; BELTRATI, C. M.; RODRIGUES, J. D. Anatomia de ápices radiculares de feijão cv. carioca submetidos a níveis de boro em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 425-430, 2000.

NASCIMENTO, R. do.; DEUNER, S.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio. **Ceres**, v. 56, n. 3, p. 364-369, 2009.

NASSER, M. D.; LIMA JÚNIOR, S.; GALLO, P. B. Qualidade de mudas de *Coffea arabica* L. produzidas em sacola plástica convencional, tubete e TNT. **Omnia Exatas**, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2010.

NAVROSKI, M. C. **Hidrogel como condicionador de substrato para produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2013. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. da S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. de O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; PEREIRA, M. de O.; FIOR, C. S. Influência do polímero hidrotentor nas características do substrato comercial para produção de mudas florestais. **Interciência**, v. 41, n. 5, p. 357-361, 2016.

NEVES, O. S. C.; ROCHA, I. G. da.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. Influence of nitrates, phosphate, sulphate and salts of Ca, Mg and K, on hydrogel hydratation capacity. **Revista Árvore**, v. 44, p. 1-10, 2020.

OLIVAL, A. de A.; SOUZA, S. E. X. de.; FELITO, R. A.; ARANTES, V. T. Potencial de espécies arbóreas nativas para a nutrição de bovinos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 1, p. 53-59, 2021.

OLIVEIRA, L. M. de.; BRUNO, R. de L. A.; ALVES, E. U.; SOUSA, D. M. M.; ANDRADE, A. P. de. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Bentham - (Leguminosae- Mimosoideae). **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 433-440, 2012.

OLIVEIRA, J. C. de. **Qualidade de mudas de angico-vermelho produzidas em diferentes substratos e seu desempenho no campo**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2017.

OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y.; SÁ, G. D. Utilização do 'não tecido' de polipropileno como proteção da cultura de alface durante o inverno de Ponta Grossa – PR. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 49-52, 2001.

PEREIRA, E. C. **Diversidade genética, frequência de irrigação e doses de polímero hidrorretentor na produção de goiabeira**. 2017. 93 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2017.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V. da.; PEIXOTO, M. de F. da S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 51-76, 2011.

PIEVE, L. M. **Uso de polímero hidrorretentor na implantação de lavouras cafeeiras**. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PINTO JÚNIOR, J. A. **Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

PIRES, M. M. M. L.; SANTOS, H. A.; SANTOS, D. F.; VASCONCELOS, A.; ARAGÃO, C. A. Produção do meloeiro submetido a diferentes manejos de água com o uso de manta de tecido não tecido. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 304-310, 2013.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. do C.; ARRUDA, J. A. de. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.

PORTO, J. S.; AMORIM, Y. F.; REBOUÇAS, T. N. H.; LEMOS, O. L.; LUZ, J. M. Q.; COSTA, R. Q. Índice SPAD e crescimento do tomateiro em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, p. 1-8, 2014.

PUGA, A. P.; PRADO, R. de M.; MELO, D. M.; GUIDI, I. M.; ORTEGA, K.; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, T. B. Efeitos da aplicação de manganês no crescimento, na nutrição e na produção de matéria seca de plantas de *Brachiaria brizantha* (cv. MG4) em condições de casa de vegetação. **Ceres**, v. 58, n. 6, p. 811-816, 2011.

ROCHA, R. C. C.; OLIVEIRA, O. F. de. Influência do cálcio, magnésio e nitrogênio no enraizamento de estacas de acerola (*Malpighia emarginata* DC.). **Caatinga**, v. 9, n. 1/2, 97-102, 1996.

RODRIGUES, F. A. V.; BARROS, N. F. de.; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. Disponibilidade de cobre para mudas de eucalipto em solos de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 1923-1932, 2010.

ROSOLEM, C. A.; ANDRADE, G. J. M. de.; LISBOA, I. P.; ZOCCA, S. M. Absorção e redistribuição de manganês na soja afetada pelo glifosato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 1915-1922, 2010.

ROSOLEM, C. A.; TAVARES, C. A. Sintomas de deficiência tardia de fósforo em soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 385-389, 2006.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. dos. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SABADINI, R. C. **Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes**. 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SADEGHI, M.; HEIDARI, B. Crosslinked graft copolymer of methacrylic acid and gelatin as a novel hydrogel with ph-responsiveness properties. **Materials**, v. 4, n. 3, p. 543-552, 2010.

SALES, P. A. B.; OLIVEIRA, J. M. G.; MOURA, E. R.; SOUSA, M. R. S. C.; SILVA, I. R.; COSTA, T. N.; COSTA, A. P. R. Toxicidade reprodutiva do extrato hidroalcolico de *Samanea tubulosa* Benth em ratas wistar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 599-603, 2015.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 2, 1999.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SANTOS, C. C.; SILVERIO, J. M.; SCALON, S. de P. Q.; VIEIRA, M. do C. Hydrogel and water regimes in the chlorophyll-a fluorescence and growth of *Campomanesia xanthocarpa* seedlings. **Engenharia Agrícola**, v. 41, n. 3, p. 330-337, 2021.

SANTOS, G. A.; SANTOS, A. P. dos.; KORNDÖRFER, G. H. Sistema por infravermelho próximo (NIR) para análises de nitrogênio foliar. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 83-90, 2012.

SANTOS, R. V. de A. **Polímeros superabsorventes: processos de produção, aplicações e mercado**. 2015. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SANTOS JUNIOR, R. N.; SILVA, A. G. da. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J. W. Grimes. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 971-979, 2020.

SARDINHA, R. M. A. **Manual do viveiro florestal**. Ecunha: Europam Lda, 2008. 70 p.

SARTORI, R. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; FERNANDES, H. M. G. Redistribuição do zinco em laranjeiras. **Laranja**, v. 29, n. 1-2, p. 87-97, 2008.

SEEFELDT, A. T. **Síntese e caracterização de hidrogéis híbridos termo e pH sensíveis, baseados em acrilamida, APMA e NIPAM.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas.** 2003. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2022.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja.** 1.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 44 p.

SILVA, R. F. da.; MISSIO, E. L.; STEFFEN, R. B.; WEIRICH, S. W.; KUSS, C. C.; SCHEID, D. L. Efeito do cobre sobre o crescimento e qualidade de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. e *Cassia multijuga* Rich. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 717-725, 2014.

SILVA, S. R. da. **Produção e qualidade de mudas de *Sapindus saponaria* L. submetidas a diferentes doses de bioestimulante e adubação de liberação controlada.** 2017. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2017.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. da. Desempenho operacional e custos de um trator na irrigação pós-plantio de eucalipto em campo. **Ceres**, v. 59, n. 2, p. 164-170, 2012.

SOARES, I. D.; PAIVA, A. V. de.; MIRANDA, R. O. V. de.; MARANHO, A. S. Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. **Nativa**, v. 2, n. 3, p. 155-161, 2014.

SOUSA, O. V. de.; FIORAVANTE, I. A.; YAMAMOTO, C. H.; ALVES, M. S.; DEL-VECHIO-VIEIRA, G.; ARAÚJO, A. da L. A. de. Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia princeps* Vellozo. **HU Revista**, v. 33, n. 1, p. 23-27, 2007.

SOUZA, A. J. de J.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; SANT'ANA, J. A. do V.; CASTANHEIRA, D. T. Quantitative analysis of growth in coffee plants cultivated with a water-retaining polymer in an irrigated system. **Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 1, p. 162-171, 2016.

SOUZA, M. E.; TAVARES, A. T.; CAVALCANTE, R. R.; MARCOS NETO, J. F. de M.; MOMENTÉ, V. G.; NASCIMENTO, I. R. do. Qualidade de mudas de batata-doce obtidas em diferentes recipientes. **Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 1, p. 16-22, 2018.

SOUZA, R. R. de.; PAIVA, P. D. de O.; CARVALHO, J. G. de.; ALMEIDA, E. F. A.; BARBOSA, J. C. V. Doses de boro no desenvolvimento de copo-de-leite em solução nutritiva. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1396-1403, 2010.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins**

**produtivos e ambientais:** um guia para ações municipais e regionais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 125-150.

TATAGIBA, S. D.; SILVA, A. G. da.; PENCHEL FILHO, R. M.; REIS, E. F. dos.; RAMOS, K. A. Disponibilidade hídrica e doses de polímero hidrorretentor na produção de mudas clonais de eucalipto. **Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 4, p. 359-369, 2019.

TEIXEIRA, C. E. S.; TORRES, A. Q. A.; NIERI, E. M.; MELO, L. A. de.; SANTOS, L. V. dos.; BOTELHO, S. A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, 2019.

TISCHER, J. C.; SIQUEIRA NETO, M. Avaliação da deficiência de macronutrientes em alface fresca. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 2, p. 43-57, 2012.

TITTONELL, P. A.; GRAZIA, J. de.; CHIESA, A. Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 641-645, 2002.

TOLEDO NETO, P. P. de.; CAETANO, J. O.; GARCIA, L. E. P.; BENITES, V. de M. Efeito de diferentes fontes de magnésio sobre a produção de biomassa e absorção de cátions pelo milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

TOLEDO, R. L. **Deficiência de micronutrientes e efeito do níquel no estado nutricional do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims)**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

TOMAZ, M. A.; MARTINEZ, H. E.; RODRIGUES, W. N.; FERRARI, R. B.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Eficiência de absorção e utilização de boro, zinco, cobre e mangânês em mudas enxertadas de cafeeiro. **Ceres**, v. 58, n. 1, p. 108-114, 2011.

TORRES, C. M. **Qualidade morfofisiológica de mudas de *Euterpe oleracea* (Mart.) produzidas em recipientes de diferentes volumes**. 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

TRENTIN, B. E.; ESTEVAN, D. A.; ROSSETTO, E. F. S.; GORENSTEIN, M. R.; BRIZOLA, G. P.; BECHARA, F. C. Restauração florestal na Mata Atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 160-174, 2018.

UESUGI, G.; SIMÕES, D.; MORAES, C. B.; SILVA, M. R. da. Economic and financial analysis of tree seedling production using composted biosolids substrate. **Floresta & Ambiente**, v. 26, n. 2, 2019.

VITTI, G. C.; OTTO, R.; SAVIETO, J. Manejo do enxofre na agricultura. **Informações Agrônomicas**, n. 152, p. 1-14, 2015.

YONEZAWA, U. G.; MOURA, M. R. de.; AOUADA, F. A. Estado da arte: um estudo sobre polímeros biodegradáveis na germinação e desenvolvimento de plantas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 69-78, 2017.

ZARPELON, L. de M. **Caracterização mecânica de tecido não tecido (TNT) a base de polipropileno exposto a estágios de saturação de água**. 2021. 31 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.



## CAPÍTULO I

### MORFOLOGIA DE MUDAS DE *Joannesia princeps* Vell. PRODUZIDAS EM SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) COM POLÍMERO HIDRORRETENTOR

#### RESUMO

A espécie *Joannesia princeps* Vell. (cutieira), que pertence ao bioma Mata Atlântica, é endêmica do Brasil e importante na recuperação de áreas degradadas. Estudos baseados no desenvolvimento de mudas florestais em sacolinhas biodegradáveis e com uso do hidrogel são relevantes, a fim de reduzir o consumo de água e de fertilizantes, resíduos, e aumentar o pegamento e desenvolvimento das mudas em campo. Objetivou-se avaliar a influência de sacolinhas de tecido não tecido (TNT) e do polímero hidrorretentor em características morfológicas de mudas de cutieira. Foram avaliados 6 tratamentos: T1 - sacolinha plástica; T2 - sacolinha plástica com hidrogel; T3 - sacolinha de TNT sem orifícios; T4 - sacolinha de TNT sem orifícios e com hidrogel; T5 - sacolinha de TNT com orifícios e; T6 - sacolinhas de TNT com orifícios e hidrogel. Foi adotado o Delineamento de Blocos Casualizados, com parcelas de 19 plantas e 3 repetições. Foram determinados: índice de velocidade e percentual de germinação, altura, diâmetro do coleto e número de folhas. Ao final do experimento, foi obtida a biomassa seca de raiz, caule e folha, além do índice de qualidade de Dickson. Não houve efeito do gel para obtenção de melhor germinação. A presença de orifícios na sacolinha de TNT contribuiu para maior rapidez na germinação. A sacolinha de TNT proporcionou crescimento em altura, diâmetro do coleto, biomassa seca e área foliar estatisticamente iguais às mudas produzidas em sacolinhas plásticas, validando o seu uso, não sendo necessários os orifícios devido à presença de poros no material. Em relação aos atributos de biomassa seca, área foliar e índice de qualidade de Dickson, o polímero hidrorretentor apresentou efeito significativo quando aplicado na sacolinha plástica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cutieira. Hidrogel. Parâmetros morfológicos. Sacolinha biodegradável. Viveiros florestais.

**MORPHOLOGY OF SEEDLINGS OF *Joannesia princeps* Vell. PRODUCED IN  
NON-WOVEN FABRIC (NON-WOVEN) BAGS WITH HYDRORETENTIONAL  
POLYMER**

**ABSTRACT**

The species *Joannesia princeps* Vell. (cutieira), which belongs to the Atlantic Forest biome, is endemic to Brazil and important in the recovery of degraded areas. Studies based on the development of forest seedlings in biodegradable bags and with the use of hydrogel are relevant in order to reduce the consumption of water and fertilizers, waste, and increase the settling and development of seedlings in the field. The objective was to evaluate the influence of non-woven fabric bags (TNT) and the water-retaining polymer on morphological characteristics of cutieira seedlings. Six treatments were evaluated: T1 - plastic bag; T2 - plastic bag with hydrogel; T3 - TNT bag without holes; T4 - TNT bag without holes and with hydrogel; T5 - TNT bag with holes and; T6 - TNT bags with holes and hydrogel. The Randomized Block Design was adopted, with plots of 19 plants and 3 replications. The following were determined: speed index and germination percentage, height, stem diameter and number of leaves. At the end of the experiment, root, stem and leaf dry biomass were obtained, in addition to the Dickson quality index. There was no effect of the gel to obtain better germination. The presence of holes in the TNT bag contributed to faster germination. The TNT bag provided growth in height, collar diameter, dry biomass and leaf area statistically equal to seedlings produced in plastic bags, validating its use, without the need for holes due to the presence of pores in the material. Regarding the attributes of dry biomass, leaf area and Dickson quality index, the water-retaining polymer showed a significant effect when applied in the plastic bag.

**KEYWORDS:** Cutieira. Hydrogel. Morphological parameters. Biodegradable bag. Forest nurseries.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os transtornos causados na formação dos povoamentos florestais, tem-se que, um dos principais, é a qualidade das mudas, pois estas são importantes para a otimização de recursos utilizados para a sua formação e a diminuição do tempo de formação do povoamento (LIMA FILHO et al., 2019). O sucesso da restauração florestal está relacionado à qualidade das mudas empregadas, que depende diretamente, dentre outros fatores, do tipo de recipiente (DELARMEINA et al., 2014), que exerce influências na disponibilidade de nutrientes e água, refletindo sobre a qualidade e os custos de mudas florestais (MELO et al., 2018).

Em decorrência dos resíduos produzidos por recipientes feitos a partir do petróleo e não biodegradáveis, a sociedade, de forma geral, exerce pressão para a proposta de soluções em prol da mitigação e resolução de problemas ambientais. No setor florestal, a busca por alternativas sustentáveis tornou-se uma grande tendência, como o emprego de materiais biodegradáveis (VIÉGAS, 2015). Todavia, há recipientes biodegradáveis que não satisfazem a necessidades do setor florestal, pois se degradam durante a permanência em viveiro e apresentam baixa resistência mecânica ao manuseio (COSTA, 2018), como os feitos com fibra de coco e bagaço de cana (DE CONTI et al., 2012).

Nesse contexto, a sacolinha fabricada a partir do tecido não tecido (TNT) poderá resolver ou minimizar os problemas supracitados, principalmente pelo fato de ser um material biodegradável, possuir poros e por ser encontrado com facilidade nos mercados que o comercializam. Contudo, na literatura, há escassez de estudos com ênfase na aplicação de sacolinhas fabricadas com esse material na produção de mudas, especialmente florestais.

Além da questão da sacolinha, o manejo inadequado da irrigação em viveiros florestais acarreta o consumo de grande volume de água que, além do desperdício, pode lixiviar nutrientes dos substratos e influenciar no crescimento de mudas (BUENO, 2020). Diante dessa situação, foram propostos os chamados polímeros hidrorretentores. O hidrogel é caracterizado como um polímero hidrorretentor, pois apresenta o potencial de armazenar água no interior de sua estrutura. Depois de ocorrer a retenção da água e nutrientes, o hidrogel libera, gradativamente, esses recursos ao solo ou substrato, diminuindo a desidratação das raízes (SILVA; FISCHER FILHO; FUZZO, 2021). Outra finalidade do hidrogel é reduzir as perdas por

percolação e lixiviação, ajudando no crescimento radicular e na parte aérea da planta (AOUADA, 2009).

Porém, na literatura, há controvérsias a respeito dos reais benefícios do polímero hidrorretentor para determinadas espécies. Navroski et al. (2016), em um estudo acerca dos efeitos do polímero hidrorretentor na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*, verificaram que o polímero pode reduzir a fertilização mineral em 25 a 50%, sem que a qualidade das mudas seja afetada, sendo esta avaliada a partir das variáveis altura total e diâmetro do coleto. Em contrapartida, Gilbert et al. (2014) viram que níveis crescentes de hidrogel prejudicaram o crescimento em altura e diâmetro do coleto de mudas de guandu (*Cajanus cajan*) em viveiro.

Na avaliação da qualidade de mudas florestais para atividades de reflorestamento, são empregados parâmetros fisiológicos e morfológicos. Estes, por sua vez, se baseiam nas características fenotípicas das mudas da espécie a ser trabalhada (LOPES; AMARAL; NOVAES, 2016). Os parâmetros morfológicos, devido à sua compreensão intuitiva por parte dos viveiristas, são os mais utilizados na avaliação da qualidade das mudas. Quanto à qualidade de mudas florestais, os mais empregados na mensuração são a altura, diâmetro do coleto, relação altura sobre diâmetro, massa aérea, radicular e total (GOMES et al., 2019).

O tema deste capítulo norteou-se nos seguintes questionamentos: como ocorre o crescimento de *Joannesia princeps* Vell. em meio a sacolinha de TNT? O TNT é capaz de proporcionar desenvolvimento à muda de forma semelhante ou melhor em comparação com as sacolinhas plásticas (que representam a forma padrão de produção de mudas)? Acerca do polímero hidrorretentor, sua utilização para a produção de mudas e após o plantio, a fim de obter plantas com maior crescimento, pode ser recomendada? Nesse sentido, objetivou-se averiguar o crescimento, em relação a atributos morfológicos, de mudas de *Joannesia princeps* Vell. (cutieira) produzidas em sacolinhas de TNT com e sem orifícios, e a eficiência do polímero hidrorretentor no aumento do crescimento das mudas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – *campus* de Alegre, localizado no município de Alegre, distrito de Rive, Estado do Espírito Santo (Figura 11). A área se localiza, segundo o sistema geodésico de referência WGS 84, nas coordenadas geográficas de 20°45'45" S e 41°27'40" O. A casa de vegetação possui, nas laterais, telas de sombreamento (50% de passagem de luz solar), e o teto em arco coberto com lona impermeável e transparente. O piso, por sua vez, é revestido com lona.

Figura 11 - Casa de vegetação do IFES, no distrito de Rive, Alegre, ES.

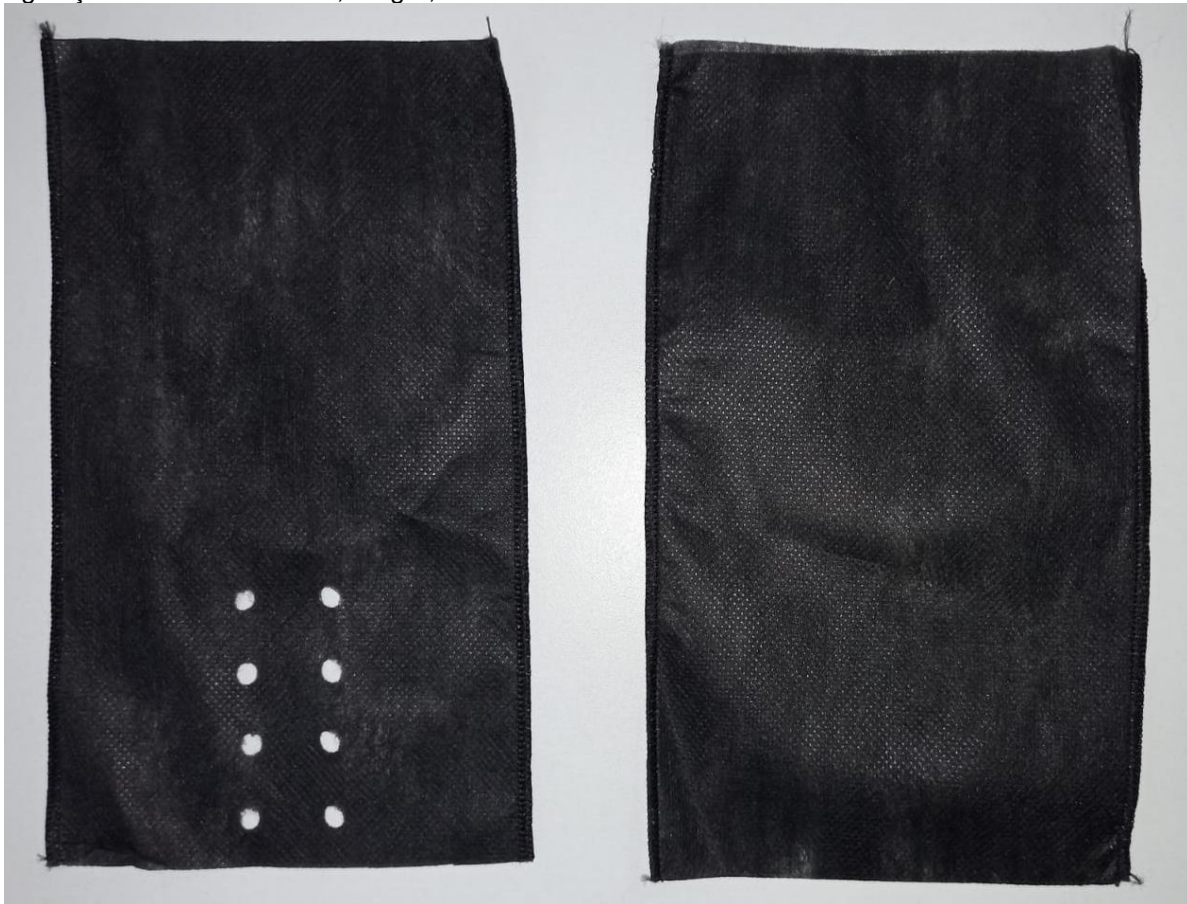


Fonte: o autor.

Como tratamentos, foram utilizadas sacolinhas de TNT com 16 orifícios e sem orifícios (Figura 21) e sacolinhas plásticas tradicionais. Alguns dos referidos tratamentos contaram com gel (polímero hidrorretentor) (Tabela 11). Todas as sacolinhas apresentaram o mesmo substrato e os mesmos níveis de adubação e volume. O emprego de sacolinhas de TNT com 16 orifícios se justifica pelo fato de

permitir um comparativo deste material com a sacolinha plástica convencional. Esta, por sua vez, possui cerca de 20 orifícios, porém, com diâmetro menor (5 mm) em comparação aos orifícios feitos nas sacolinhas de TNT, que contaram com diâmetro de 6 mm, para cada orifício. Em relação ao polímero hidrorretentor, do fabricante Fecunda Fertilizantes®, foi empregada a concentração de 2 g/L (MEWS et al., 2015).

Figura 21 – Sacolinhas de TNT com e sem orifícios, para a produção de mudas de cutieira, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

Tabela 11 – Tratamentos com tipo de sacolinhas e com o uso do gel para produção de mudas de cutieira, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Características e abreviação
T1	Sacolinha plástica tradicional (sp)
T2	Sacolinha plástica tradicional com polímero hidrorretentor (sp + gel)
T3	Sacolinha de TNT sem orifícios (st)
T4	Sacolinha de TNT sem orifícios e com polímero hidrorretentor (st + gel)
T5	Sacolinha de TNT com 16 orifícios (st + 16 orif)
T6	Sacolinha de TNT com 16 orifícios e polímero hidrorretentor (st + 16 orif + gel)

Fonte: o autor.

O delineamento experimental considerado foi o de blocos casualizados (DBC),

com 3 repetições e 19 plantas para cada repetição, totalizando 57 plantas por tratamento. Cada repetição conteve número de unidades experimentais igual a 19 plantas (após o raleamento de plântulas em sacolinhas com mais de uma semente germinada).

As sacolinhas plásticas tiveram valores de largura e altura iguais a 15 cm e 25 cm, respectivamente, com volume de, aproximadamente, 1,49 litros. Os saquinhos de TNT tiveram as mesmas dimensões descritas. Foram trabalhadas sacolinhas de TNT na cor preta e gramatura 40 (40 g/m). A opção por essa cor do TNT se relaciona ao fato da cor preta possibilitar um melhor comparativo com a sacolinha plástica preta. Já a escolha da gramatura de 40 g/m se justifica por essa ser a mais disponível nos mercados que comercializam o TNT. Gramaturas maiores podem causar envelhecimento do sistema radicular. As sacolinhas de TNT foram confeccionadas por costureiras terceirizadas, através de máquinas e costura tradicionais e linhas.

Para a produção do substrato, foram utilizadas proporções iguais de terra de subsolo (originada da escavação de taludes) peneirada, areia, esterco bovino curtido e peneirado. Como fertilizantes, foram aplicados ureia, superfosfato-simples e cloreto de potássio, com base nas proporções recomendadas por Gonçalves (1995). Foi também empregado o fertilizante de liberação controlada (tempo de 5 a 6 meses) Forth Cote + Micros (NPK, 15:9:12) e a respectiva concentração baseou-se na recomendação do fabricante (2 g/L de substrato). Para o peneiramento da terra e do esterco, foi empregada uma peneira de malha quadriculada (1 cm). A homogeneização do substrato foi realizada manualmente, com auxílio de enxada.

O semeio foi feito através da inserção de duas sementes por sacolinha. Na irrigação, foram empregados microaspersores com vazão, diâmetro molhado e pressão de trabalho da bomba iguais a 160 l/h, 9 m e 20 mca (metros de coluna d'água), respectivamente, de acordo com o fabricante. A frequência e o tempo de irrigação foram condicionados ao clima do dia e no monitoramento da umidade do substrato, no intuito de proporcionar condições mais adequadas à germinação, variando de uma a três irrigações por dia com 10 minutos cada. As sacolinhas com os tratamentos foram alocadas em canteiros no chão da casa de vegetação (Figura 3I).

Figura 31 – Disposição do experimento na etapa de produção das mudas, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

O raleamento das mudas de cutieira ocorreu após 55 dias da germinação, quando mais de uma semente germinou. Nessa etapa, foi deixada como remanescente a plântula mais centralizada, com melhor formação e desenvolvimento. Periodicamente, ocorreram capinas de plantas invasoras no interior e ao redor da casa de vegetação. A capina no entorno da casa de vegetação ocorreu no intuito de evitar o transporte de sementes de plantas invasoras para as proximidades e no interior da casa de vegetação. Também ocorreram o combate e monitoramento das formigas cortadeiras no entorno da casa de vegetação, através da aplicação de embalagens (500 gramas) contendo formicida MIREX-SD®.

Obteve-se a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG), pela contagem nas 19 unidades de cada repetição. A porcentagem e o percentual final de germinação foram determinados através da relação entre o número de sementes germinadas e o número de sementes no respectivo tratamento, multiplicado por 100. O IVG foi calculado de acordo com a equação (1) (MAGUIRE, 1962):



$$IVG = G1/D1 + G2/D2 + \dots Gn /Dn \quad (1)$$

Em que: G1, G2, ..., Gn = n° de sementes germinadas, observadas no intervalo da 1ª, 2ª, ..., última contagem e; D1, D2, ..., Dn = n° de dias da semeadura a 1ª, 2ª, ..., última contagem. Foram ajustados modelos matemáticos às curvas de percentual de germinação para cada tratamento, através do software R, na versão 3.3.0. (R CORE TEAM, 2016). Foi considerado o modelo de Weibull, devido aos coeficientes de determinação e variação, à sua adaptabilidade aos resultados obtidos e à facilidade de interpretação. O modelo é expresso através da equação (2):

$$y = a * (1 - \exp(-(x/b)^c)) \quad (2)$$

Em que: y = porcentagem cumulativa de germinação; b = tempo (dias) estimado para obter a germinação máxima determinada pela regressão (parâmetro a); c = taxa de progressão de germinação em função do tempo b; x = dias de germinação e exp = base do logaritmo natural (ÁVILA et al., 2019). Por meio do programa Microsoft EXCEL 2013, foram gerados os gráficos do percentual de germinação.

O diâmetro do coleto (DC) e a altura (H) foram mensurados através de paquímetro digital e trena, respectivamente. A partir desses parâmetros, foi calculada a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) das mudas. Essas mensurações foram realizadas aos 70, 85 e 100 dias após o semeio. Para a determinação da altura, foi tomado como padrão a gema terminal (meristema apical). Ou seja, a mensuração desse parâmetro foi feita entre a região do coleto e a gema.

O critério adotado para a seleção das plantas amostradas para determinação da biomassa seca de raiz, caule e folhas foi em relação à média das alturas e dos diâmetros do coleto. Tal critério foi considerado por conta das mudas terem origem seminal, com grande variedade genética e diferentes pontos de maturação na coleta das mesmas, o que poderá refletir na produção de mudas muito altas ou baixas ou com grandes variações no diâmetro do coleto. Baseando-se nesse critério, aos 100 dias após o semeio, foram selecionadas duas mudas de cada repetição, sendo seis de cada tratamento.

Para a avaliação da biomassa, as mudas foram seccionadas em caule, folha e raiz. As raízes foram lavadas em água corrente em cima de uma peneira, para a retirada total do substrato e retenção das raízes finas. As folhas foram colocadas em

medidor de área foliar scanner modelo CI 202 Laser area meter, para determinação de área foliar. Posteriormente, as folhas, as raízes e o caule foram inseridos em saquinhos de papel devidamente identificados e levados para estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C a 70 °C, no Laboratório de Química do IFES – *campus* de Alegre. Manteve-se o material em estufa até as amostras apresentarem pesos constantes (aproximadamente 5 dias). Depois da secagem, o material foi pesado em balança analítica com precisão de quatro casas decimais.

Com a pesagem, obteve-se a massa seca da parte aérea (MSPA, em gramas), a massa seca do sistema radicular (MSR, em gramas), a massa seca total (MST, em gramas, através do somatório da MSPA e MSR), a relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (MSPA/MSR), a relação entre a altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e o índice de qualidade de Dickson (IQD, adimensional). O IQD foi obtido pela equação (3) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}} \quad (3)$$

Em que: H = altura (cm) e D = diâmetro do coleto (mm). Quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas estudadas (SILVA, 2019).

Realizou-se análise do custo da confecção das sacolinhas, baseando-se nos custos de aquisição das sacolinhas plásticas e do TNT no mercado, na mão de obra da costureira e na aquisição de furadores para a confecção dos orifícios nas sacolinhas de TNT.

As médias foram processadas no software SISVAR, na versão 5.6. (FERREIRA, 2014), sendo, a princípio, verificadas pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Na ausência de distribuição normal, as médias foram transformadas via raiz quadrada, conforme procedimento adotado por Caldeira et al. (2017) e recomendado por Vieira et al. (2018).

Em caso de distribuição normal, as médias, então, foram testadas e submetidas à análise de variância ANOVA, em níveis de 90% e 95% de probabilidade. A opção pelo nível de 90% de probabilidade ocorreu devido ao fato das mudas terem origem seminal, com diferenças genéticas e diferentes pontos de maturação da semente, proporcionando heterogeneidade de crescimento entre as mudas. No entanto, para

este experimento, o nível de 90% de probabilidade ( $p \leq 0,1$ ) foi o mais adequado para melhor expressar a diferença entre os tratamentos, sendo esta, então, a taxa escolhida para o processamento das médias.

Visando melhores respostas à influência das características empregadas nos tratamentos, também no mesmo software, foram obtidas comparações entre grupos de médias através de cinco contrastes ortogonais, conforme listados abaixo com suas respectivas finalidades e abreviações listadas entre parênteses:

[C1 = 2 T1 – (T3 + T5)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as sacolinhas plásticas, sem o uso do polímero hidrorretentor (plástica vs TNT);

[C2 = 2 T2 – (T4 + T6)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT com polímero hidrorretentor (plástica gel vs TNT gel);

[C3 = T3 + T4 – T5 – T6] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem orifícios (sem vs com orifícios);

[C4 = T3 + T5 – T4 – T6] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem polímero hidrorretentor (TNT sem vs TNT com gel);

[C5 = T1 – T2] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas com e sem polímero hidrorretentor (plástica sem gel vs plástica com gel).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

Para todos os tratamentos, as sementes de cutieira germinaram apenas a partir do 25º dia após o semeio. A contagem das sementes germinadas ocorreu até o 55º dia após o semeio.

Não foi vista significância entre as médias da porcentagem final de germinação, em relação aos contrastes ortogonais, evidenciando a ausência de efeito dos tratamentos no percentual final de germinação (Tabela 2I). A partir dos coeficientes e da estatística ajustada para o modelo de Weibull (Tabela 3I), foi possível a plotagem do gráfico da germinação em função do tempo, para cada tratamento (Figura 4I).

Tabela 2I – Índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem (%) final de germinação para cada tratamento e diferenças entre as médias dos contrastes ortogonais aplicados, na germinação de sementes de cutieira, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

MÉDIAS – IVG E % DE GERMINAÇÃO FINAL		
Tratamento	IVG	% de germinação final
T1 (sp)	0,783	54,3860
T2 (sp + gel)	0,903	68,4211
T3 (st)	0,703	57,8947
T4 (st + gel)	0,479	50,8772
T5 (st + 16 orif)	0,891	63,1579
T6 (st + 16 orif + gel)	0,782	57,8947
CV (%)	22,48	21,81

CONTRASTES ORTOGONAIS		
Contrastes	IVG	% de germinação final
C1	-0,0136 <sup>ns</sup>	-6,1404 <sup>ns</sup>
C2	0,2756 <sup>*</sup>	14,0351 <sup>ns</sup>
C3	-0,2420 <sup>*</sup>	-6,1403 <sup>ns</sup>
C4	0,1693 <sup>ns</sup>	6,1403 <sup>ns</sup>
C5	-0,1200 <sup>ns</sup>	-14,0351 <sup>ns</sup>
CV (%)	22,48	21,81

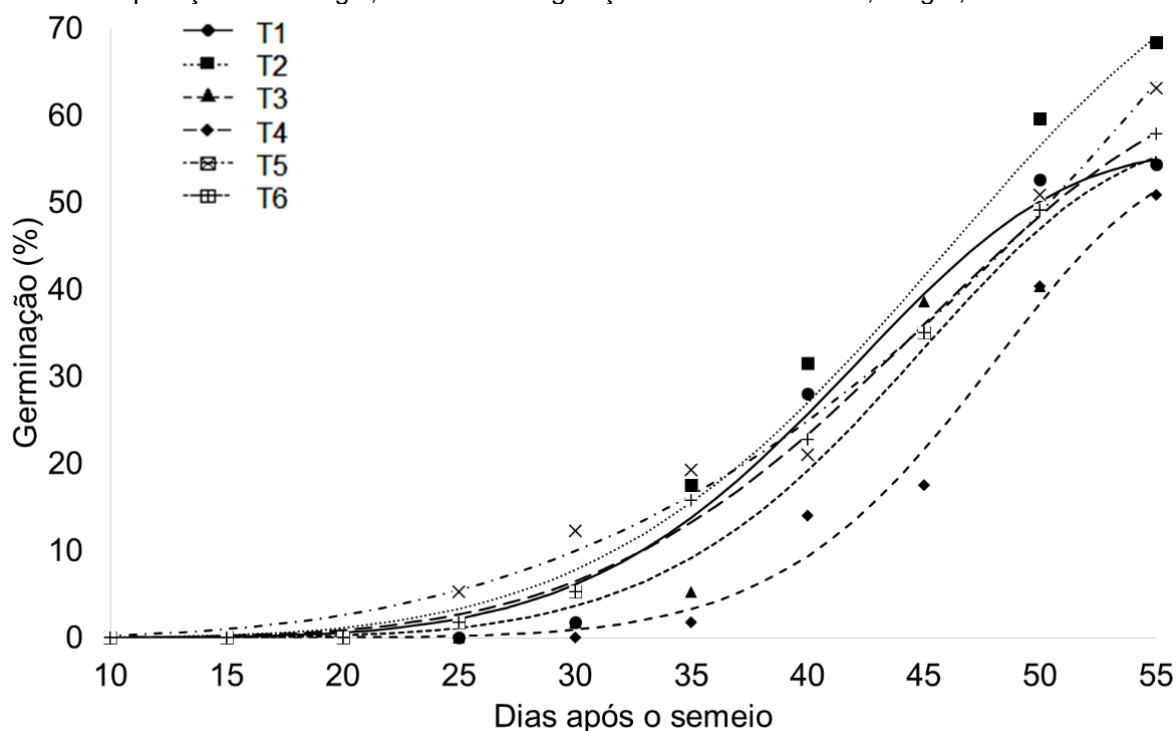
C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

Tabela 3I – Coeficientes e estatística ajustada para cada um dos tratamentos, na germinação de mudas de cutieira, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Coeficientes			Syx (%)	R <sup>2</sup> ajustado
	a	b	c		
T1	56,106	43,511	5,800	2,778	0,986
T2	81,671	48,333	4,820	3,091	0,987
T3	57,971	46,139	6,365	3,393	0,978
T4	55,457	49,008	8,293	2,238	0,987
T5	195,214	72,619	3,337	2,166	0,992
T6	65,397	47,069	5,013	1,112	0,998

T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação ajustado. Syx: erro padrão residual. Fonte: o autor.

Figura 4I – Modelo de porcentagem de germinação (Y) em função do Tempo (X), das sementes de cutieira nos diferentes tratamentos com uso de sacolinhas de TNT (com e sem orifícios), sacolinhas plásticas e aplicação de hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel.

Fonte: o autor.

A partir do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup> ajustado), nota-se elevada correlação entre o modelo de Weibull e os dados coletados, evidenciando a ótima aplicabilidade do mesmo para expressar o comportamento germinativo da cutieira ao longo do tempo. Ao comparar os tratamentos 1 (sp) e 2 (sp + gel), percebe-se que não houve efeito do hidrogel na obtenção de melhor germinação da espécie trabalhada. Apenas o IVG foi superior para T2 (sp), em comparação com T4 (st + gel).

A maior umidade que o hidrogel possibilita também pode explicar a ausência de efeito do mesmo na germinação. Esse excesso de água pode provocar decréscimo ou ausência de efeito na germinação, danificando o potencial de infiltração de oxigênio no substrato e, por conseguinte, a atividade metabólica. Outro transtorno provocado pela umidade em excesso é o aumento da presença de fungos, reduzindo a viabilidade da semente (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PINÃ-RODRIGUES, 1993). Moreira et al. (2010) avaliaram o desenvolvimento de estacas de amoreira (*Ombyx mori*) e viram que a utilização de altas quantias de hidrogel prejudicou o crescimento das plantas devido ao excesso de umidade.

O oposto foi observado por Braz (2016), quando o uso do hidrogel favoreceu a germinação e o desenvolvimento das plântulas de *Anacardium humile* ST. HILL, em decorrência do potencial de absorção e liberação de água e nutrientes solúveis e, nesse caso, o excesso de umidade não foi verificado. Em contrapartida, Sousa et al. (2013) constataram não haver efeito positivo do hidrogel sobre o desenvolvimento de mudas de angico vermelho em viveiro e, inclusive, encontraram efeito negativo sobre a sobrevivência de mudas com o aumento da dose do hidrogel. Os autores supracitados mencionaram a umidade excessiva como uma causa dos resultados obtidos, o que pode ter afetado na ausência de efeito do hidrogel em proporcionar maior germinação e a posterior má formação do sistema radicular.

Em relação ao material das sacolinhas, os tratamentos com TNT (com e sem orifícios), visto na análise de contrastes em C3 (sem vs com orifícios), apresentaram significância para o IVG, indicando que a presença de orifícios na sacolinha de TNT foi capaz de proporcionar maior rapidez na germinação de cutieira. No entanto, não houve efeito dos orifícios no percentual final de germinação. Quanto ao IVG, os orifícios podem ter influenciado em proporcionar menor acúmulo de água, uma vez que possuem a função de drenar o excesso de água aplicada via irrigação (FRONZA; HAMANN, 2015). Esse efeito não refletiu na obtenção de percentual de germinação final maior, evidenciando maior efeito da porosidade do TNT na drenagem de água.

Devido à ausência de efeito prejudicial visto nos contrastes ortogonais aplicados o emprego da sacolinha de TNT é tecnicamente indicada em termos de germinação e a presença de orifícios influenciou parcialmente no comportamento germinativo da cutieira. Destaca-se, ainda, que o TNT é um material biodegradável e amplamente disponível no mercado, o que viabiliza o seu uso na produção de mudas de cutieira, em termos de germinação.

### 3.2. ALTURA, DIÂMETRO DO COLETO, RELAÇÃO (H/DC) E NÚMERO DE FOLHAS

Para os contrastes ortogonais aplicados, não houve efeito na diferença entre as médias obtidas aos 100 dias após o semeio, sendo o efeito significativo visto nos contrastes C1 (plástica vs TNT), C2 (plástica gel vs TNT gel), C3 (sem vs com orifícios) e C5 (plástica sem gel vs plástica com gel), aos 70 e 85 dias após o semeio (Tabelas 4I e 5I).

O uso do polímero hidrorretentor não teve efeito significativo ao comparar os tratamentos que empregaram os mesmos materiais em relação à sacolinha, com exceção apenas do contraste C5, para a altura aos 70 dias após o semeio. Tais observações corroboram com Cruz et al. (2018), que detectaram ausência de efeito do polímero na produção de mudas de jacarandá-da-Bahia. A ausência de efeito do polímero hidrorretentor no crescimento em altura e diâmetro do coleto para a cutieira pode estar relacionada à deterioração do hidrogel acarretada pela presença de cálcio e magnésio no meio (PINTO JÚNIOR, 2016). Além do mais, pelo fato das plantas terem origem seminal, Bianchi et al. (2016) destacam que uma mesma espécie pode apresentar indivíduos com diferenças morfológicas. Em ambas as sacolinhas, os valores foram estatisticamente iguais, evidenciando a ausência de efeito do polímero hidrorretentor na produção de mudas de cutieira, referente aos parâmetros abordados nesse subitem.

Para os atributos altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação H/DC e número de folhas, Sousa et al. (2013) não verificaram influência significativa das diversas doses do polímero inserido no substrato na formação de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG, deduzindo que a sua utilização não teve efeito no crescimento da parte aérea. Os mesmos autores atribuíram o excesso de umidade como um fator na ausência do efeito do aumento da dose de hidrogel nos parâmetros morfológicos avaliados. Tal fato pode explicar a ausência da visualização do efeito do hidrogel, quando comparados os mesmos materiais em relação à sacolinha.

Através da aplicação dos contrastes ortogonais, referente ao material, a sacolinha de TNT sem polímero hidrorretentor se mostrou tão eficaz como a sacolinha plástica na produção de mudas de cutieira, possibilitando o uso do TNT. Contudo, ao analisar o contraste C2 (plástica gel vs TNT gel), nota-se que o TNT com o polímero hidrorretentor não foi capaz de proporcionar maiores médias de altura e relação H/DC (70 e 85 DAS) e diâmetro do coleto (85 DAS).

Tabela 4I – Médias de número de folhas, altura, diâmetro do coleto e da relação (H/DC), aos 70, 85 e 100 dias após o semeio (DAS) de mudas de cutieira, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

NÚMERO DE FOLHAS (NF)			
Tratamento	NF (70 DAS)	NF (85 DAS)	NF (100 DAS)
T1 (sp)	3,35	4,02	4,65
T2 (sp + gel)	3,28	4,46	6,09
T3 (st)	3,41	4,16	4,18
T4 (st + gel)	2,83	3,79	4,46
T5 (st + 16 orif)	3,20	3,46	4,76
T6 (st + 16 orif + gel)	3,02	3,66	4,95
CV (%)	15,05	11,76	18,86
ALTURA (H) (cm)			
Tratamento	H (70 DAS)	H (85 DAS)	H (100 DAS)
T1 (sp)	24,54	38,93	50,70
T2 (sp + gel)	30,17	44,98	65,93
T3 (st)	24,93	39,21	44,83
T4 (st + gel)	22,64	35,67	49,00
T5 (st + 16 orif)	24,32	34,40	47,50
T6 (st + 16 orif + gel)	24,15	35,33	54,33
CV (%)	10,14	11,03	23,56
DIÂMETRO DO COLETO (DC) (mm)			
Tratamento	DC (70 DAS)	DC (85 DAS)	DC (100 DAS)
T1 (sp)	9,84	9,93	10,99
T2 (sp + gel)	9,80	10,06	10,85
T3 (st)	8,98	9,46	10,74
T4 (st + gel)	9,27	9,46	10,97
T5 (st + 16 orif)	9,62	10,01	10,01
T6 (st + 16 orif + gel)	9,46	9,76	11,00
CV (%)	3,64	2,36	13,52
RELAÇÃO: ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) (cm/mm)			
Tratamento	H/DC (70 DAS)	H/DC (85 DAS)	H/DC (100 DAS)
T1 (sp)	2,5055	4,8933	4,6539
T2 (sp + gel)	3,0848	5,5733	6,0948
T3 (st)	2,7731	4,9533	4,1788
T4 (st + gel)	2,4687	5,1466	4,4605
T5 (st + 16 orif)	2,5358	5,0933	4,7605
T6 (st + 16 orif + gel)	2,5843	4,3700	4,9519
CV (%)	9,40	10,10	18,99

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.



Tabela 5I – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para número de folhas, altura, diâmetro do coleto e relação (H/DC) de mudas de cutieira, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

NÚMERO DE FOLHAS (NF)			
Contraste	NF (70 DAS)	NF (85 DAS)	NF (100 DAS)
C1	0,0466 <sup>ns</sup>	-0,1300 <sup>ns</sup>	-0,2500 <sup>ns</sup>
C2	0,3550 <sup>ns</sup>	0,8150 <sup>*</sup>	0,5833 <sup>ns</sup>
C3	0,0050 <sup>ns</sup>	0,3183 <sup>ns</sup>	-0,1666 <sup>ns</sup>
C4	0,3783 <sup>ns</sup>	0,2650 <sup>ns</sup>	0,3333 <sup>ns</sup>
C5	0,0700 <sup>ns</sup>	-0,6800 <sup>ns</sup>	-0,5000 <sup>ns</sup>
CV (%)	15,05	11,76	18,86
ALTURA (H) (cm)			
Contraste	H (70 DAS)	H (85 DAS)	H (100 DAS)
C1	-0,0783 <sup>ns</sup>	2,1300 <sup>ns</sup>	-0,8833 <sup>ns</sup>
C2	6,7733 <sup>*</sup>	9,4800 <sup>*</sup>	9,9250 <sup>ns</sup>
C3	-0,4550 <sup>ns</sup>	2,5766 <sup>ns</sup>	-1,3750 <sup>ns</sup>
C4	1,2216 <sup>ns</sup>	1,3000 <sup>ns</sup>	3,5416 <sup>ns</sup>
C5	-5,6300 <sup>*</sup>	-6,0500 <sup>ns</sup>	-7,2666 <sup>ns</sup>
CV (%)	10,14	11,03	23,56
DIÂMETRO DO COLETO (DC) (mm)			
Contraste	DC (70 DAS)	DC (85 DAS)	DC (100 DAS)
C1	0,5366 <sup>*</sup>	0,1933 <sup>ns</sup>	0,3050 <sup>ns</sup>
C2	0,4316 <sup>ns</sup>	0,4500 <sup>*</sup>	0,8883 <sup>ns</sup>
C3	-0,4150 <sup>*</sup>	-0,4233 <sup>*</sup>	-0,2866 <sup>ns</sup>
C4	-0,0650 <sup>ns</sup>	0,1200 <sup>ns</sup>	0,6533 <sup>ns</sup>
C5	0,0400 <sup>ns</sup>	-0,1366 <sup>ns</sup>	0,0700 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,64	2,36	13,52
RELAÇÃO: ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) (cm/mm)			
Contraste	H/DC (70 DAS)	H/DC (85 DAS)	H/DC (100 DAS)
C1	-0,1489 <sup>ns</sup>	0,2048 <sup>ns</sup>	-0,2376 <sup>ns</sup>
C2	0,5582 <sup>*</sup>	0,7389 <sup>*</sup>	0,5336 <sup>ns</sup>
C3	0,0609 <sup>ns</sup>	0,4149 <sup>ns</sup>	0,0278 <sup>ns</sup>
C4	0,1279 <sup>ns</sup>	0,0871 <sup>ns</sup>	0,1116 <sup>ns</sup>
C5	-0,5793 <sup>*</sup>	-0,4471 <sup>ns</sup>	-0,6596 <sup>ns</sup>
CV (%)	9,40	10,10	18,99

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. \* significativo por ANOVA a 10% de significância.

Fonte: o autor.

A presença de orifícios nas sacolinhas de TNT se mostrou não significativa para os atributos altura, diâmetro do coleto, relação (H/DC) e número de folhas. Inclusive, aos 70 e 85 dias após o semeio, viu-se que os tratamentos com uso de sacolinha de TNT sem orifícios apresentaram diâmetro do coleto das mudas superior às produzidas em sacolinhas de TNT com orifícios, embora esse efeito não tenha ocorrido ao final da produção da muda (100 dias após o semeio). Isso pode ser atribuído também à

presença de poros no material.

A permeabilidade é uma medida macroscópica que revela o grau de facilidade com que um fluido submetido a um gradiente de pressão percola os vazios em um meio poroso (CERON et al., 2012). A porosidade da sacolinha de TNT pode permitir o escoamento de parte da água penetrada no substrato independente da presença ou não de orifícios. Além do mais, a presença de orifícios pode ter favorecido uma maior perda de água e nutrientes (SCHORN; FORMENTO, 2003) na sacolinha de TNT com orifícios, resultando na obtenção de menores valores para o diâmetro do coletor.

No contraste C2 (plástica gel vs TNT gel), pelos valores positivos, nota-se que houve influência do uso do material da sacolinha na obtenção de mudas mais altas, aos 70 e 85 dias após o semeio. O uso do polímero hidrorretentor na sacolinha plástica surtiu efeito quando comparado à aplicação do referido material nas sacolinhas de TNT, embora esse efeito tenha se mostrado ausente aos 100 dias após o semeio. Por conta da presença de poros, a influência do polímero hidrorretentor nas sacolinhas de TNT não foi capaz de produzir mudas com crescimento igual ao visto em T2 (sp + gel), constatando que o uso no gel é mais eficiente quanto ao crescimento quando aplicado em sacolinhas plásticas para a produção de mudas de cutieira. Essa constatação pode estar associada ao fato do polímero não ter influenciado na maior retenção de água e nutrientes nas sacolinhas de TNT, em comparação com o T2 (sp + gel), o que poderia ter resultado na lixiviação de água e nutrientes.

Tais observações não se aplicam à porosidade do substrato, pois Prevedello e Balena (2000) ao aplicarem o polímero hidrorretentor em dois meios porosos (solo argiloso e areia marinha), detectaram que a capacidade de retenção de água foi acrescida 2 vezes para o solo argiloso e 7,5 vezes para a areia marinha.

### 3.3. ÁREA FOLIAR E BIOMASSA DA PARTE AÉREA, TOTAL E DE RAÍZES

Os contrastes C2 (plástica gel vs TNT gel) e C5 (plástica sem gel vs plástica com gel) apresentaram diferenças significativas para todos os atributos, ao passo que, os demais contrastes, exceto a MSPA para C1 (plástica vs TNT) não apresentaram significância (Tabelas 6I e 7I).

Tabela 6I – Área foliar e biomassa seca de raízes (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST) de mudas de cutieira, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamento	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Biomassa		
		MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
T1 (sp)	848,44	1,1819	6,8273	8,0092
T2 (sp + gel)	1275,61	2,6875	12,3052	14,9928
T3 (st)	690,77	1,2886	8,2813	9,5699
T4 (st + gel)	723,49	0,6573	5,0429	5,7002
T5 (st + 16 orif)	736,46	1,4480	4,9088	6,3568
T6 (st + 16 orif + gel)	728,22	0,3717	6,4368	6,8086
CV (%)	30,96	54,04	34,47	33,12

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 7I – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para área foliar, massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de mudas de cutieira, aos 100 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
C1	134,8266 <sup>ns</sup>	0,3644 <sup>ns</sup>	2,4282 <sup>*</sup>	2,7926 <sup>ns</sup>
C2	549,7483 <sup>*</sup>	1,9476 <sup>*</sup>	5,8849 <sup>*</sup>	7,8325 <sup>*</sup>
C3	-25,2116 <sup>ns</sup>	-0,1310 <sup>ns</sup>	-0,1936 <sup>ns</sup>	-0,3246 <sup>ns</sup>
C4	-12,2416 <sup>ns</sup>	0,5161 <sup>ns</sup>	0,2444 <sup>ns</sup>	0,7605 <sup>ns</sup>
C5	-427,1633 <sup>*</sup>	-1,0671 <sup>*</sup>	-3,2123 <sup>*</sup>	-4,2794 <sup>*</sup>
CV (%)	30,96	54,04	34,47	33,12

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância.

Fonte: o autor.

Entre os tratamentos aplicados, os resultados vistos em C1, C3 e C4 foram estatisticamente iguais entre si, para a área foliar. No entanto, os resultados dos atributos de biomassa seca diferiram entre os tratamentos que empregaram a sacolinha de TNT com o tratamento de sacola plástica com o gel. Nesse sentido, a sacolinha de TNT, independente do uso do polímero hidrorretentor, não foi capaz de surtir efeito na obtenção de maiores biomassas, quando comparado ao T2 (sp + gel). Isso pode ser atribuído à alta permeabilidade e porosidade do TNT (LEITE; KEMPLA; PRESTES, 2014), fazendo com que haja maior perda de água ou nutrientes e, conseqüentemente, menor produção de biomassa seca. É também pelo mesmo motivo que a presença de orifícios na sacolinha de TNT não surtiu efeito significativo dos orifícios na produção de biomassa das mudas de cutieira.

Já o polímero hidrorretentor incorporado ao substrato na sacolinha plástica (T2) fez com que a sua utilização fosse significativa, em comparação com os tratamentos que empregaram sacolinha plástica sem o hidrogel (T1). A diferença entre as médias dos referidos tratamentos através dos contrastes ortogonais (C5 – plástica sem gel vs

plástica com gel) evidenciou que, para todos os atributos, houve efeito do polímero hidrorretentor na produção de mudas com maior biomassa. Tal observação constata a eficiência do polímero hidrorretentor em produzir mudas com maior biomassa, quando se analisa apenas no uso da sacolinha plástica. Bernardi et al. (2012) observaram maior desenvolvimento aéreo em mudas de eucalipto produzidas com o polímero hidrorretentor, reduzindo, inclusive, a necessidade de adubação rotineira. Fato este que se atribui à capacidade desse polímero de reter água e nutrientes, resultando na maior produção de biomassa vegetal.

Em relação à química do solo, acredita-se que o hidrogel favoreça a redução na perda de nutrientes por lixiviação, pois parte desses nutrientes estaria retida dentro da rede polimérica do produto (TEIXEIRA et al., 2019). Navroski et al. (2015) viram que houve aumento e diminuição, respectivamente, dos teores de macronutrientes e micronutrientes foliares, com o acréscimo no teor do polímero hidrorretentor inserido. Os mesmos autores atribuíram esse fato à elevação do pH, o que poderia estar associada à maior produção de biomassa no tratamento que contou com o hidrogel.

Ao comparar apenas os tratamentos com uso de sacolinha de TNT, não foi visto efeito do hidrogel em proporcionar médias maiores para os atributos morfológicos. Em um estudo com a espécie jatobá-do-cerrado, não foram observadas significativas diferenças entre os tratamentos utilizando-se hidrogel e o tratamento testemunha (CARDOSO, 2017). O uso dos hidrogéis tem proporcionado resultados com variações de acordo com os atributos físicos e químicos dos solos e substratos, espécies, características dos polímeros, etc (BORELLI, 2016).

Outro fato que pode justificar a ausência de efeito do hidrogel nos tratamentos com sacolinha de TNT é a porosidade deste material. Um dos fatores que afetam o desempenho do hidrogel é a resistência que o meio exerce à expansão e retenção do mesmo (NAVROSKI et al., 2014). Além do mais, o efeito do polímero hidrorretentor é maior quando a irrigação ocorre em menor frequência (FELIPPE et al., 2016). A ausência do efeito do hidrogel nas características morfológicas, embasada nesses possíveis fatores, justifica a não aplicação do referido polímero na sacolinha de TNT.

### 3.4. RELAÇÕES: MSPA/MSR, H/MSPA E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as

relações MSPA (massa seca da parte aérea) / MSR (massa seca de raízes) e H (altura) / MSPA (massa seca da parte aérea), em especial para o uso do gel em sacolinhas plásticas, que apresentou índice de qualidade de Dickson superior aos demais tratamentos (Tabelas 8I e 9I). As diferenças entre os tratamentos observadas no referido índice podem ser justificadas pela significância vista nas médias de biomassa seca, em relação aos contrastes C2 e C4. Acerca da comparação dos contrastes ortogonais avaliados, destacam-se as diferenças significativas apontadas para C2 (plástica gel vs TNT), C4 (TNT com vs TNT sem gel) e C5 (plástica sem gel vs plástica com gel).

Tabela 8I – Relação MSPA/MSR, H/MSPA e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cutieira, aos 100 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação, no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Relação MSPA/MSR	Relação H/MSPA (cm/g)	IQD
T1 (sp)	6,4618	7,1337	0,8368
T2 (sp + gel)	5,5714	7,9880	1,2790
T3 (st)	13,3646	22,9476	0,5018
T4 (st + gel)	10,5287	11,6517	0,3599
T5 (st + 16 orif)	6,3846	11,8668	0,6221
T6 (st + 16 orif + gel)	26,9928	14,7097	0,2138
CV (%)	85,65	45,91	40,54

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 9I – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para relação MSPA/MSR, relação H/MSPA e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cutieira, aos 100 dias após o semeio, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	Relação MSPA/MSR	Relação H/MSPA (cm/g)	IQD
C1	-3,4127 <sup>ns</sup>	-10,2735 <sup>*</sup>	0,2748 <sup>ns</sup>
C2	-13,1893 <sup>*</sup>	-5,1927 <sup>ns</sup>	0,9922 <sup>*</sup>
C3	-4,7421 <sup>ns</sup>	4,0114 <sup>ns</sup>	0,01286 <sup>ns</sup>
C4	-8,8862 <sup>ns</sup>	4,2265 <sup>ns</sup>	0,2751 <sup>*</sup>
C5	0,8904 <sup>ns</sup>	-0,8542 <sup>ns</sup>	-0,4423 <sup>*</sup>
CV (%)	85,65	45,91	40,54

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância.

Fonte: o autor.

A sacolinha de TNT se mostrou tecnicamente viável para a produção de mudas de cutieira, quando comparada apenas com o emprego da sacolinha plástica (T1), devido à ausência de efeito significativo entre os tratamentos quanto ao material utilizado. Costa (2020) indicou o uso de tubetes biodegradáveis na produção de mudas florestais nativas, pois não reduziram os atributos de crescimento e desenvolvimento de mudas, além de não ter prejudicado a qualidade das mudas, visto

no cálculo do IQD. Birchler et al. (1998) abordam que o IQD para mudas florestais precisa ser inferior a 10 e superior a 0,2, para que a muda tenha alta qualidade. Quanto maior o resultado do referido índice, maior também é o grau de qualidade da muda, dentro daquele lote (COSTA, 2020). Por se tratar de um material biodegradável e não ter apresentado, em nenhum dos tratamentos, IQD abaixo de 0,2 na produção de mudas de cutieira, a sacolinha de TNT apresenta amplo potencial para o seu emprego na produção de mudas florestais.

Esse índice mostrou que o polímero hidrorretentor pode ser indicado para aplicação na sacolinha plástica (T2; sp + gel), o que pode ser visto na obtenção de maior valor do referido tratamento para os demais e na diferença entre as médias do C5 (plástica sem gel vs plástica com gel). Dessa forma, o polímero hidrorretentor para a produção de mudas de cutieira é tecnicamente válido, por ter apresentado efeito significativo porém, apenas para a sacolinha plástica. Para a sacolinha de TNT, o referido polímero não surtiu efeito significativo na produção de mudas com maior qualidade quando comparado com a influência do gel na sacolinha de TNT, atestando a dispensabilidade desse polímero neste material.

No que tange à disponibilidade de nutrientes para as plantas nos tratamentos estudados, podendo afetar os atributos morfológicos avaliados, diversos fatores podem alterá-la, como o meio de crescimento, pH, aporte de água, fonte de nutrientes, umidade, temperatura, etc. Algumas destas características são alteradas através da incorporação do polímero hidrorretentor ao substrato (NAVROSKI et al., 2016). Buzetto, Bizon e Seixas (2002), ao investigar o efeito do polímero no aporte de água para mudas de eucalipto, viram a retenção de água pelo polímero por maior tempo, liberando-a de forma gradativa para as plantas e reduzindo a lixiviação de água e nutrientes. Tais fatores podem justificar a obtenção de mudas de cutieira com melhor qualidade para o T2 (sp + gel).

Nos contrastes C1 (plástica vs TNT) e C2 (plástica gel vs TNT gel), para as relações H/MSPA e MSPA/MSR, a diferença entre as médias dos tratamentos foi significativa. A sacolinha de TNT sem polímero hidrorretentor proporcionou mudas com maiores valores de altura em relação à sua biomassa, resultando, assim, em mudas caracterizadas como estioladas.

Em C2 (plástica gel vs TNT gel), o uso do polímero hidrorretentor na sacolinha de TNT foi determinante para a produção de mudas com menor massa seca de raízes em relação à sua parte aérea. Essas constatações podem estar associadas à maior

degradação do polímero hidrorretentor, que pode ter ocorrido no substrato presente nas sacolinhas de TNT. Essa degradação pode ocorrer, entre outros fatores, pela radiação solar e presença de microrganismos. Ao serem degradadas, as redes tridimensionais do hidrogel são danificadas, resultando em menor retenção hídrica e nutricional (FREITAS et al., 2019), atrapalhando na visualização do efeito dos tratamentos trabalhados.

Quanto menor o valor da relação H/MSPA, maior é a chance de sobrevivência da muda no campo, representando um indicativo do quanto estão lignificadas as plantas (PADILHA et al., 2018). Dessa forma, mudas de cutieira produzidas em sacolinhas de TNT apresentarão menor possibilidade de sobrevivência em campo quando comparadas com as mudas produzidas na sacolinha plástica, o que poderá ser um empecilho para o sucesso do plantio e da sobrevivência das mudas em campo, baseando-se no atributo discutido.

Acerca da relação MSPA/MSR, Caldeira et al. (2008) destacam que a parte aérea não pode ser muito maior que o sistema radicular, pelo desencadeamento de transtornos na adaptação das plantas, referente à absorção hídrica e nutricional. Em C2 (plástica gel vs TNT gel), esse efeito pode ter ocorrido nos tratamentos T4 (st + gel) e T6 (st + 16 orif + gel), em comparação com T2 (sp + gel), devido à obtenção de maiores valores da relação MSPA/MSR. Tal fato reitera que o polímero hidrorretentor não é recomendado para a sacolinha de TNT, em comparação com a plástica.

Um fator que pode ter influenciado na ausência de efeito do polímero hidrorretentor para a sacolinha de TNT, bem como a significância observada para os contrastes C1 (plástica vs TNT) e C2 (plástica gel vs TNT gel) para, respectivamente, as relações H/MSPA e MSPA/MSR, é a origem das mudas produzidas. Como as plantas são de origem seminal, a diferença na germinação entre os tratamentos pode explicar as médias obtidas, podendo afetar a visualização efetiva da influência do tratamento. A maturação fisiológica varia entre e dentro espécie. Em alguns casos, a sua detecção é mais difícil (NAKADA et al., 2011).

O tratamento T3 (st) não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos que empregaram a sacolinha de TNT. Portanto, entre os tratamentos com TNT, o mais indicado para a produção de mudas de cutieira é T3 (st), pois o mesmo não abrange, em sua composição, o hidrogel e a presença de orifícios. A qualidade das mudas entre os tratamentos com sacolinha de TNT foi estatisticamente semelhante, reiterando a irrelevância do polímero hidrorretentor e dos orifícios na sacolinha de TNT.

#### **4. CONCLUSÃO**

Pode-se recomendar o uso da sacolinha de TNT, em relação às mudas produzidas em sacolinhas plásticas na produção de mudas de cutieira, pois apresentaram características semelhantes.

A presença de orifícios na sacolinha de TNT não proporcionou efeito significativo.

A aplicação do polímero hidrorretentor, quanto aos atributos de área foliar, biomassa seca e índice de qualidade de Dickson, mostra-se válida apenas nas sacolinhas plásticas, indicando que não há necessidade do seu emprego na sacolinha de TNT.



## REFERÊNCIAS

AOUADA, F. A. **Síntese e caracterização de hidrogéis de poliacrilamida e metilcelulose para liberação controlada de pesticidas**. 2009. 141 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

ALMEIDA, A. C. dos S.; BONIFÁCIO, J.; PUSCH, M.; OLIVEIRA, F. C. de.; GESEINHOF, L. O.; BISCARO, G. A. Produtividade e eficiência de uso da água em milho cultivado com diferentes estratégias de manejo hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1448-1457, 2017.

ÁVILA, M. R.; BARBOSA, J.; FONSECA JÚNIOR, N. da S.; NAGASHIMA, G. T.; OLIVEIRA, C. M. G. de. Weibull distribution and dynamics of germination of Rangpur lime seeds at different temperatures. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 3, p. 328-335, 2019.

BEL, V. A. J. E. Mechanism of sugar transfer. In: BAKER, N. R.; THOMAS, H. (Ed.). **Crop photosynthesis**. Amsterdam: Elsevier Science, 1992. p.177-211.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.

BIANCHI, V. J.; RUBIN, S.; BANDEIRA, J. de M.; GARCIA, E. N.; PETERS, J. A.; BRAGA, E. J. B. Variabilidade genética em plantas do gênero *Alternanthera* Forssk. (Amaranthaceae). In: JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 13., 2016, Bagé. **Anais...** Bagé: URCAMP, 2016.

BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, R.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v. 7, n. 1, p. 109-121, 1998.

BORELLI, A. B. **Aplicação de polímero hidrorretentor na cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial**. 2016. 51 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

BORGES, B. M. M. N.; LUCAS, F. T.; MODESTO, V. C.; PRADO, R. de M.; SILVA, E. S. da.; BRAOS, B. B. Métodos de determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes em folhas de alface. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 12-16, 2011.

BOTELHO, A. de V. F. **Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex. S.Moore**. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

BRAZ, B. D. **Efeito do uso de hidrogel e de diferentes tipos de substratos na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Anacardium humile* ST. HILL**.

2016. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BUENO, M. M. **Produção de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica, utilizando manejo automático da irrigação, substrato com biossólido e níveis de sombreamento.** 2020. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2020.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pósplantio. **Circular Técnica IPEF**, n. 195, 2002.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira-Vermelha. **Scientia Agrária**, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CALDEIRA, M. V. W.; MOREIRA, F. L.; GONÇALVES, E. de O.; CAMPANHARO, I. F.; CASTRO, K. C. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas de *Bixa arborea* Huber. e *Joannesia princeps* Vell. em área de restauração florestal. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 305-317, 2017.

CARDOSO, R. R. **Efeito da incorporação de hidrogel em substratos na produção de mudas de jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril* Lee & Lang) e jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.).** 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

CERON, L.; EINLOFT, S.; LIGABUE, R.; FACHEL, J. Permeabilidade de não tecidos como medida de eficiência em filtração de particulados. **Meio Filtrante**, p. 38-42, 2012.

COSTA, C. C. **Preparação e caracterização de compósitos de polietileno de alta densidade com casca de arroz e oxibiodegradante para a produção de tubetes florestais.** 2018. 143 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

COSTA, C. C. Avaliação dos parâmetros morfológicos de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) em tubetes biodegradáveis. **Ambientale**, v. 12, n. 3, p. 1-14, 2020.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; HACHMANN, T. L.; INAGAKI, A. M. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p.365-371, 2014.

DE CONTI, A. C.; REIS, R. C. S. dos.; DE CONTI, C.; DANIEL NETO, R. F.; ARANTES, A. K. Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **RETEC: Revista de Tecnologias**, v. 5, n. 1, p. 113-121, 2012.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; ROCHA, R. L. F. 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. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; FRIGOTTO, T.; ALBUQUERQUE, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215-225, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, L.; RODRIGUES, M. G. F.; LISBOA, L. A. M.; MELERO, M. M.; FIGUEIREDO, P. A. M. de. Fotossíntese, condutância estomática e eficiência do uso da água em seis cultivares de figos. In: ENCONTRO PAULISTA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2018, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de semente. In: AGUIAR, J. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.173-174.

FONSECA, S. F.; GONÇALVES, C. C. S. Extração de pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 55-58, 2004.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas**. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2015. 142 p.

GENTIL, M. S. **Transpiração e eficiência do uso da água em árvores clonais de Eucalyptus aos 4 anos em áreas com e sem irrigação em Eunápolis, Bahia**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

GILBERT, C.; PETER, S.; WILSON, N.; EDWARD, M.; FRANCIS, M.; SYLVESTER, K.; ERIK, B. Effects of hydrogels on soil moisture and growth of *Cajanuscajan* in semi arid zone of Kongelai, West Pokot County. **Journal of Forestry**, v. 4, p. 34-37, 2014.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização NP-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, S. H. M.; GONÇALVES, F. B.; FERREIRA, R. A.; PEREIRA, F. R. M.; RIBEIRO, M. M. J. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2019.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, n. 15, p. 1-23, 1995.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Ferro**. 2022. Disponível em: <[https://www.npct.com.br/publication/nutrifacts-brasil.nsf/book/NUTRIFACTS-BRASIL-12/\\$FILE/NutriFacts-BRASIL-12.pdf](https://www.npct.com.br/publication/nutrifacts-brasil.nsf/book/NUTRIFACTS-BRASIL-12/$FILE/NutriFacts-BRASIL-12.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2022.

LEITE, T. M. M.; KEMPLA, A. P.; PRESTES, R. C. Avaliação de tripa de tecido não tecido (TNT) como alternativa de envoltório para salame tipo italiano. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 1, p. 51-59, 2014.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. dos S.; ABREU, A. H. M. de.; SILVA, E. V. da.; FONSECA, A. C. da. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o bio-sólido como substrato. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. de. Parâmetros morfofisiológicos na avaliação da qualidade de mudas de três espécies florestais. **Agrogeoambiental**, v. 8, n. 3, p. 51-59, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARRICHI, A. H. C. **Caracterização da capacidade fotossintética e da condutância estomática em sete clones comerciais de *Eucalyptus* e seus padrões de resposta ao déficit de pressão de vapor**. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MELO, L. A. de.; ABREU, A. H. M. de.; LELES, P. S. dos S.; OLIVEIRA, R. R. de.; SILVA, D. T. da. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47-55, 2018.

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de.; AZEVEDO, G. T. de O. S.; SOUZA, A. M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 107-116, 2015.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. do C. M. da; VILLAR, L.; HAFLE, O. M. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Agrarian**, v. 3, n. 8, p. 133-139, 2010.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C. de.; GOMES, L. A. A.; VON PINHO, E. V. de R. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estágios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. de O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. da S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. de O. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108-113, 2014.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; PEREIRA, M. de O.; FIOR, C. S. Influência do polímero hidroretentor nas características do substrato comercial para produção de mudas florestais. **Interciência**, v. 41, n. 5, p. 357-361, 2016.

OLIVEIRA, V. J. dos S. de; SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, E. J. de; DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L. Avaliação de condutância estomática e temperatura foliar em variedades de mamão submetidas a déficit hídrico. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., 2011, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

OLIVEIRA, J. C. de. **Qualidade de mudas de angico-vermelho produzidas em diferentes substratos e seu desempenho no campo**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2017.

OLIVEIRA, T. M. de.; FERREIRA, R. R. Transpiração das plantas e sua relação com a temperatura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE, 4., 2018, Anápolis. **Anais...** Anápolis: Centro Universitário de Anápolis, 2018. p. 290-297.

PADILHA, M. S.; BARRETTA, C. R. D. M.; SOBRAL, L. S.; KRAFT, E.; OGLIARI, A. J. Crescimento de mudas de canafístula com o uso de adubação biológica e bioestimulante em diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 95-106, 2018.

PINTO JÚNIOR, J. A. **Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

PREVEDELLO, C. L.; BALENA, S. P. Efeitos de polímeros hidroretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

PREZOTTI, L. C.; PREZOTTI, A. G. M. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória: Incaper, 2013. 104 p.

RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: guia de identificação de espécies**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Biota/Fapesp, 2008. 320 p.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M.; Droughtinduced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 1189-1202, 2004.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. **Silvicultura II: produção de mudas florestais**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2003. 58 p.

SILVA, A. F. S.; FISCHER FILHO, J. A.; FUZZO, D. F. da S.; Doses de hidogel em alface 'vanda' irrigada. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 89495-89504, 2021.

SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, A. P.; DOMINGOS, J. R.; DUCATTI, C. Trocas gasosas e ciclo fotossintético da figueira 'Roxo de Valinhos'. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p.1270-1276, 2010.

SILVA, B. E. P.; COSTA, A. V. L.; SIMMI, F. Z.; REOLON, F.; DEUNER, S. Parâmetros fisiológicos e fotossintéticos de aveia branca submetidas à salinidade. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 1, p. 60-71, 2019.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. da. Desempenho operacional e custos de um trator na irrigação pós-plantio de eucalipto em campo. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 164-170, 2012.

SOUSA, S. J. de C.; MATIAS, S. S. R.; MORAIS, D. B. de.; COSTA JUNIOR, E. de S.; NASCIMENTO, A. H. do.; SOARES, G. B. dos S. Clorofila A e B, Clorofila total e sua relação com área foliar total em mudas de Caju. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SOUSA, G. T. de O.; AZEVEDO, G. B. de.; SOUSA, J. R. L. de.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. de. Incorporação de polímero hidrorretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1270-1278, 2013.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. do.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 7498-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, C. E. S.; TORRES, A. Q. A.; NIERI, E. M.; MELO, L. A. de.; SANTOS, L. V. dos.; BOTELHO, S. A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 29, n.

3, p. 1060-1071, 2019

TERRA, D. L. C. V.; ANDRADE, V. C. L.; FREITAS, B. C. Identidade de modelos volumétrico e de afilamento para *Corymbia citriodora*. **Advances in Forestry Science**, v. 5, n. 1, p. 269-274, 2018.

VIÉGAS, L. B. **Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas**. 2015. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.

VIEIRA, R. D.; BIANCHINI, J. P. E.; VIEIRA, W. D.; SILVA, P. M.; VASCONCELOS, R. S.; SANTOS, W. B. R.; RIBEIRO, J. C. Pressuposições e a análise de variância de experimentos agropecuários em software livre. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 6, p. 51-55, 2018.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: UFV, 2009. 272 p.

## CAPÍTULO II

### MORFOLOGIA DE MUDAS DE *Joannesia princeps* Vell. PRODUZIDAS EM SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) COM USO DE HIDROGEL, PLANTADAS EM VASOS PLÁSTICOS

#### RESUMO

Estudos com ênfase no estabelecimento em campo de mudas florestais em meio a sacolinha biodegradável e hidrogel, são relevantes, a fim de entender as melhores formas de reduzir a geração de resíduos, favorecer o pegamento em campo das mudas e melhorar a assimilação de água e nutrientes. Considerando o endemismo no Brasil e a importância da espécie *Joannesia princeps* Vell. (boleira) na recuperação de áreas degradadas, objetivou-se avaliar a morfologia de mudas de boleira plantadas com sacolinha de tecido não tecido (TNT) plantadas em vasos, em comparação com a sacolinha plástica convencional e em meio ao uso do hidrogel no substrato. Inicialmente, o experimento ocorreu em casa de vegetação, com as mudas plantadas em vasos plásticos de 29,4 cm (diâmetro e altura). As irrigações ocorreram apenas com a visualização de murcha das primeiras mudas. Foram avaliados 6 tratamentos: T1 - sacolinha plástica; T2 - sacolinha plástica com hidrogel; T3 - sacolinha de TNT sem orifícios; T4 - sacolinha de TNT sem orifícios e com hidrogel; T5 - sacolinha de TNT com orifícios; T6 - sacolinhas de TNT com orifícios e hidrogel e; T7 – sacolinha plástica plantada com a muda. Foi adotado o Delineamento de Blocos Casualizados, com parcelas de 9 plantas e 3 repetições. Foram determinados: altura, diâmetro do coleto e número de folhas. Ao final do experimento, foi obtida a biomassa seca de raiz, caule e folha. Aos 70 e 100 dias após o plantio, foram avaliados os atributos de biomassa seca, a área foliar e o crescimento radicular. Não houve efeito significativo do polímero hidrorretentor na obtenção de maior crescimento e produção de biomassa de boleira. A sacolinha plástica plantada com a muda acarretou danos, o que reitera a necessidade de sua retirada no plantio. A sacolinha de TNT, plantada com a muda, foi capaz de proporcionar maior produção de biomassa aérea, embora com maior desequilíbrio entre a massa radicular e aérea. Quanto aos demais atributos de raízes, o plantio com TNT é indicado. A ausência da necessidade de confecção de orifícios e o fato de ser um material biodegradável tornam a sacolinha de TNT com elevado potencial para o crescimento de mudas após o plantio nos vasos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Boleira. Parâmetros morfológicos. Polímero hidrorretentor. Sacolinha biodegradável.



**MORPHOLOGY OF SEEDLINGS OF *Joannesia princeps* Vell. PRODUCED IN NON-WOVEN FABRIC BAGS (NON-WOVEN) WITH THE USE OF HYDROGEL, IN SIMULATION OF FIELD PLANTING**

**ABSTRACT**

Studies with an emphasis on the field establishment of forest seedlings in a biodegradable bag and hydrogel are relevant in order to understand the best ways to reduce waste generation, favor seedlings in the field and improve the assimilation of water and nutrients. Considering the endemism in Brazil and the importance of the species *Joannesia princeps* Vell. (boleira) in the recovery of degraded areas, the objective was to evaluate the morphology of boleira seedlings planted with a non-woven fabric bag (TNT) planted in pots, compared to the conventional plastic bag and using hydrogel in the substrate. Initially, the experiment took place in a greenhouse, with the seedlings planted in plastic pots measuring 29.4 cm (diameter and height). Irrigations occurred only with the visualization of wilting of the first seedlings. Six treatments were evaluated: T1 - plastic bag; T2 - plastic bag with hydrogel; T3 - TNT bag without holes; T4 - TNT bag without holes and with hydrogel; T5 - TNT bag with holes; T6 - TNT bags with holes and hydrogel and; T7 – plastic bag planted with the seedling. The Randomized Block Design was adopted, with plots of 9 plants and 3 replications. The height, collar diameter and number of leaves were determined. At the end of the experiment, the dry biomass of root, stem and leaf was obtained. At 70 and 100 days after planting, the attributes of dry biomass, leaf area and root growth were evaluated. There was no significant effect of the water-retaining polymer in obtaining greater growth and production of boleira biomass. The plastic bag planted with the seedling caused damage, which reiterates the need to remove it at planting. The TNT bag, planted with the seedling, was able to provide greater production of aerial biomass, although with a greater imbalance between root and aerial mass. As for the other root attributes, planting with TNT is indicated. The absence of the need to make holes and the fact that it is a biodegradable material make the TNT bag with high potential for the growth of seedlings after planting in the pots.

**KEYWORDS:** Boleira. Morphological parameters. Water retention polymer. biodegradable bag.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Joannesia princeps* Vellozo (Euphorbiaceae), popularmente conhecida como boleira e cutieira, é uma árvore encontrada nas regiões norte, nordeste e sudeste, principalmente em floresta pluvial de mata atlântica (SOUSA et al., 2007). É bastante utilizada no reflorestamento, por ser muito adaptável a condições adversas e pelo fato de suas folhas serem de fácil decomposição, auxiliando na recuperação dos nutrientes do solo (MENDES; YADA, 2018). Sua madeira é indicada para diversos fins, como marcenaria, caixotaria leve, obras internas e tabuados em geral, além de palitos de fósforo (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015).

A produção de mudas em sacolinhas plásticas proporciona vantagens, como a possibilidade em produzir mais rapidamente uma enorme quantidade de mudas e a ampla utilização e facilidade de aquisição das mesmas (LOPES; AMARAL; MORAES, 2016). Porém, um transtorno visto na sacolinha plástica é a menor agilidade no período do plantio no campo, pois se orienta o corte da parte inferior e a remoção do material para evitar danos radiculares e também possibilitar o desenvolvimento do sistema radicular. O corte e a remoção da sacolinha, quando feitos incorretamente, danificam o torrão (NASSER; LIMA JÚNIOR; GALLO, 2010). Além do mais, a produção de mudas em recipientes de paredes rígidas pode causar deformações radiciais, comprometendo o desenvolvimento e a qualidade da muda (LOPES; AMARAL; MORAES, 2016).

Nos últimos anos, vários pesquisadores vêm buscando formas de produzir recipientes biodegradáveis, pois o referido material, além de não produzir resíduo, também contribui para diminuir a possibilidade de deformações radiculares na planta no período do plantio (SANTANA et al., 2019). Dessa forma, o emprego de recipientes biodegradáveis indica uma ótima contribuição para o meio ambiente, pois representa um produto que se decompõe rapidamente no solo, em comparação com as sacolinhas plásticas (GUERRA et al., 2017). Além do mais, o emprego desses recipientes pode proporcionar melhor qualidade às mudas. Após o plantio em campo, é também aconselhável que o recipiente não proporcione resistência ao crescimento das raízes, o que dispensa, dessa forma, a exigência de sua retirada no ato do plantio (MENDONÇA et al., 2016).

Outro fator relevante em termos de crescimento e qualidade de mudas

florestais é representado pelo uso dos chamados polímeros hidrorretentores ou hidrogéis. Estes têm sido estudados pela sua multifuncionalidade, pois podem absorver expressivos volumes de água, mantendo-se, por consequência, a umidade do solo ou substrato, ao mesmo tempo que incorpora e libera gradualmente os nutrientes (JORGE et al., 2019). Assim como diversas tecnologias, o emprego dos polímeros hidrorretentores, quando feito equivocadamente, pode danificar o crescimento das mudas, exigindo, assim, a execução de pesquisas com ênfase na sua correta aplicação (NAVROSKI et al., 2015).

Este capítulo baseou-se nas seguintes questões norteadoras: as mudas plantadas com sacolinha de TNT terão crescimento igual ou superior às mudas plantadas com raízes nuas e com sacolinhas plásticas? Acerca do polímero hidrorretentor, sua utilização incorporada ao substrato e após o plantio, a fim de obter plantas mais desenvolvidas pelo maior acúmulo de umidade e nutrientes, pode ser indicada?.

O objetivo deste capítulo foi avaliar o efeito da sacolinha de TNT e do polímero hidrorretentor plantados em vasos plásticos no crescimento radicular e aéreo e na qualidade de mudas de *Joannesia princeps* Vell. (cutieira).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Após o término da produção das mudas de cutieira em casa de vegetação aos 100 dias após o semeio e estando aptas ao plantio, foi realizado um experimento, na mesma casa de vegetação, com a finalidade de verificar o crescimento das mudas produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT (Figura 1II). Para isso, as mudas foram plantadas em vasos plásticos contendo, cada um, 8 orifícios. Os vasos apresentaram as seguintes dimensões: altura – 29,4 cm; diâmetro – 29,4 cm; volume – 20 L. As mudas plantadas apresentaram, respectivamente, os seguintes valores de altura e diâmetro do coleto: T1 (sp) – 47,53 cm e 10,52 mm; T2 (sp + gel) – 54,8 cm e 10,45 mm; T3 (st) – 49,42 cm e 10,23 mm; T4 (st + gel) – 42,50 cm e 9,26 mm; T5 (st + 16 orif) – 47,42 cm e 9,86 mm; T6 (st + 16 orif + gel) – 47,25 cm e 9,87 mm.

Figura 1II – Disposição das mudas plantadas nos vasos, em campo, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

Como substratos, foram empregadas proporções iguais de terra de subsolo

peneirada, esterco bovino curtido e peneirado e areia. Como fertilizantes, foram utilizados: superfosfato simples, cloreto de potássio e FTE (micronutrientes), com base nas recomendações de Gonçalves (1995). Ou seja, com base no autor supracitado, para cada 180 litros de substrato, foram adicionados: 270 g de superfosfato simples (em pó), 90 g de cloreto de potássio (em pó) e 90 gramas de FTE (granulado). Os vasos foram preenchidos com o substrato para, em seguida, ser realizado o plantio nos mesmos. Essa etapa contou, nos tratamentos com TNT, com a inserção da sacolinha de TNT juntamente com o torrão da muda. Também ocorreram o corte das laterais e do fundo e a retirada da sacolinha plástica nos tratamentos que contaram com seu uso.

Além dos tratamentos descritos na Tabela 1I, foi adicionado, a este experimento, o tratamento 7 (T7 – sacolinha plástica com a muda – spmuda), a fim de permitir um comparativo do efeito do plantio da sacolinha de TNT com a plástica, ambos juntos com a muda. Nessa parcela, as mudas de cutieira foram plantadas nos vasos sem ocorrer a retirada da sacolinha plástica. A frequência e o tempo de irrigação, nessa etapa, foram condicionados à observação de murcha das primeiras mudas.

O diâmetro do coleto (DC) e a altura (H) foram mensurados através de paquímetro manual e trena, respectivamente. A partir desses atributos, foi calculada a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto ( $H/DC$ ) das mudas. Essas mensurações foram realizadas aos 20, 40, 60, 70, 90 e 100 dias após o plantio. Aos 20 e 40 dias após o plantio, também foi mensurado o número de folhas. Para a determinação da altura, a mensuração foi feita entre a região do coleto e a gema.

O critério adotado para a seleção das plantas amostradas para determinação da biomassa seca de raiz, caule e folhas foi em relação à média das alturas e dos diâmetros do coleto. Dessa forma, aos 70 e 100 dias após o plantio, foram selecionadas três mudas de cada parcela, sendo uma de cada repetição.

Nos tratamentos com a sacolinha de TNT, para as avaliações destrutivas, foram realizados o corte e a retirada do referido material, aos 70 e 100 dias após o plantio, pois o mesmo ainda esteve presente em ambas as avaliações. Para a avaliação da biomassa, as mudas foram seccionadas em caule, folha e raiz. As raízes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira, para a retirada total do substrato e retenção das raízes finas. As folhas foram colocadas em um medidor de área foliar de bancada LI – 3100C, para determinação da área foliar. As raízes foram inseridas em

um medidor scanner de raiz – WinRhizo, a fim de determinar a área superficial, comprimento, diâmetro e volume de raízes. Tais atributos de raízes e a área foliar foram avaliados apenas aos 70 dias após o plantio.

Posteriormente, as folhas, as raízes e o caule foram inseridos em saquinhos de papel e levados para estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70 °C, no Laboratório de Química do IFES – *campus* Alegre. Manteve-se o material em estufa até as amostras apresentarem pesos constantes (aproximadamente 5 dias). Depois da secagem, o material foi pesado em balança com precisão de duas casas decimais.

Após a pesagem, foram quantificados a massa seca da parte aérea (MSPA, em gramas), a massa seca do sistema radicular (MSR, em gramas), a massa seca total (MST, em gramas, através do somatório da MSPA e MSR), a relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (MSPA/MSR) e a relação entre a altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA).

Foi adotado o Delineamento Experimental de Blocos Casualizados (DBC), com sete tratamentos e três repetições, com 9 plantas por repetição. As médias foram processadas no software SISVAR, na versão 5.6. (FERREIRA, 2014) e testadas quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Na ausência de distribuição normal, as médias foram transformadas via raiz quadrada, conforme procedimento adotado por Caldeira et al. (2017) e recomendado por Vieira et al. (2018).

Posteriormente foram submetidas à análise de variância ANOVA, testadas a 90% e 95% de probabilidade. A opção pela taxa de 90% de probabilidade ocorreu devido ao fato das mudas terem origem seminal, com diferenças genéticas e diferentes pontos de maturação da semente. Para este experimento, a taxa de 90% de probabilidade foi a mais adequada para expressar a diferença entre os tratamentos, sendo esta, então, a taxa escolhida para o processamento das médias.

Visando melhores respostas à influência das características empregadas nos tratamentos, também no mesmo software, foram obtidas comparações entre grupos de médias através de contrastes ortogonais, estabelecendo-se quatro contrastes, conforme listados abaixo com suas respectivas finalidades e abreviações listadas entre parênteses:

[C1 = 2 T1 – (T3 + T5)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as sacolinhas plásticas, sem o uso do polímero hidrorretentor (plástica vs TNT), após o plantio nos vasos;

[C2 = 2 T2 – (T4 + T6)] – contraste estabelecido para comparar mudas

produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT com polímero hidrorretentor (plástica gel vs TNT gel);

$[C3 = 4 (T1 + T2 + T7) - 3 (T3 + T4 + T5 + T6)]$  – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as produzidas em sacolinhas plásticas, considerando todos os tratamentos, independente do uso do polímero hidrorretentor (todas TNT vs todas plásticas);

$[C4 = T3 + T5 - T4 - T6]$  – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem polímero hidrorretentor (TNT sem vs TNT com gel);

$[C5 = 4 T7 - (T3 + T4 + T5 + T6)]$  – contraste estabelecido para comparar mudas plantadas com sacolinhas de TNT com mudas plantadas com sacolinhas plásticas (TNT vs plástica plantada);

$[C6 = T1 - T2]$  – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas com e sem polímero hidrorretentor (plástica sem gel vs plástica com gel).

Foram ajustados modelos matemáticos ao comportamento da altura (H), do diâmetro do coleto (DC) e da relação (H/DC), através do software Curve Expert 2.2. Foi considerado o modelo logístico, devido aos coeficientes de determinação e variação, à sua adaptabilidade aos resultados obtidos e à facilidade de interpretação. O modelo é expresso através da equação (2):

$$y = a / (1+b*\exp(-cx)) \quad (2)$$

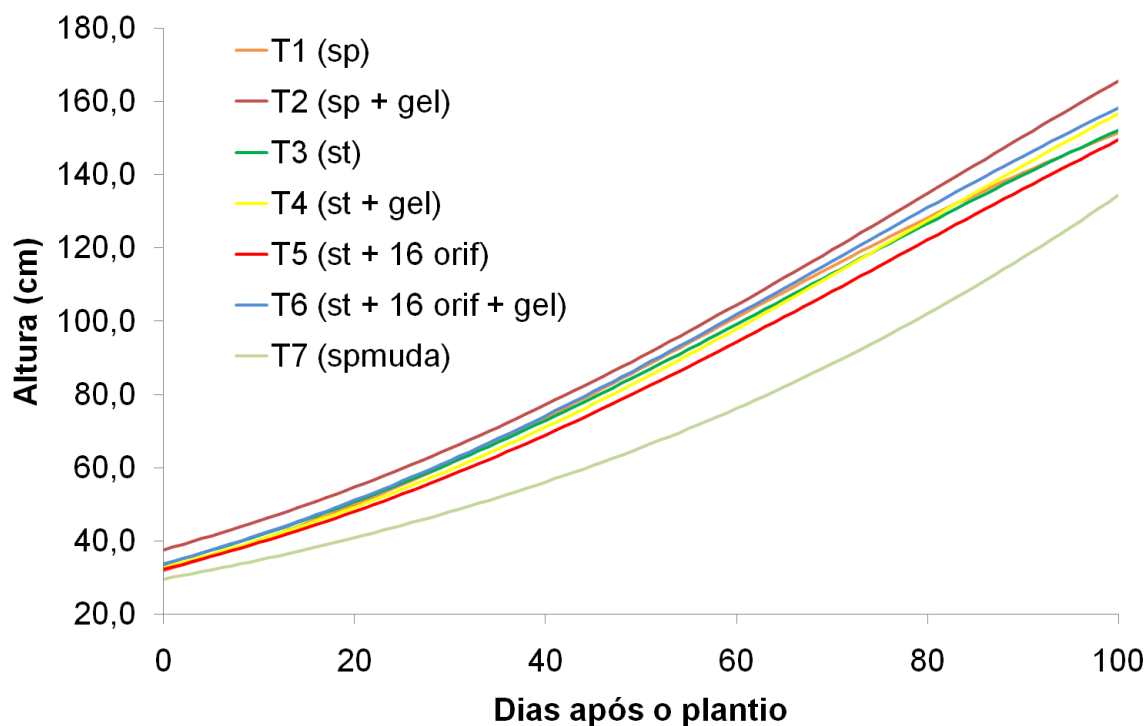
Em que: y = atributo de interesse (H – em cm; DC – em mm; relação H/DC – em cm/mm); x = tempo (dias); a, b, c = parâmetros do modelo e; exp = base do logaritmo natural (ÁVILA et al., 2019). Por meio do programa Microsoft EXCEL 2013, foram plotados os gráficos de H, DC e H/DC.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. ALTURA, DIÂMETRO DO COLETO E NÚMERO DE FOLHAS

O erro padrão residual baixo e o alto coeficiente de determinação ajustado ( $R^2 > 0,9$ ) atestam a boa qualidade do ajuste (Tabela 10II). Para a altura e o diâmetro do coleto, o T7 (spmuda) foi inferior aos demais tratamentos, aos 60 e 70 dias após o plantio (altura) e aos 90 dias após o plantio (diâmetro do coleto). Aos 100 dias após o plantio, os tratamentos que utilizaram o polímero hidrorretentor apresentaram os maiores valores de crescimento em altura (Figura 2II), ao passo que os tratamentos com emprego do referido gel e do orifício apresentaram maior crescimento em diâmetro do coleto (Figura 3II). Acerca da comparação das médias através dos contrastes ortogonais (Tabelas 2II e 3II), ao final do experimento (100 dias após o plantio), o T7 (spmuda) apresentou médias menores apenas em relação à altura, em comparação com os tratamentos que contaram com as mudas cultivadas em sacolinha de TNT.

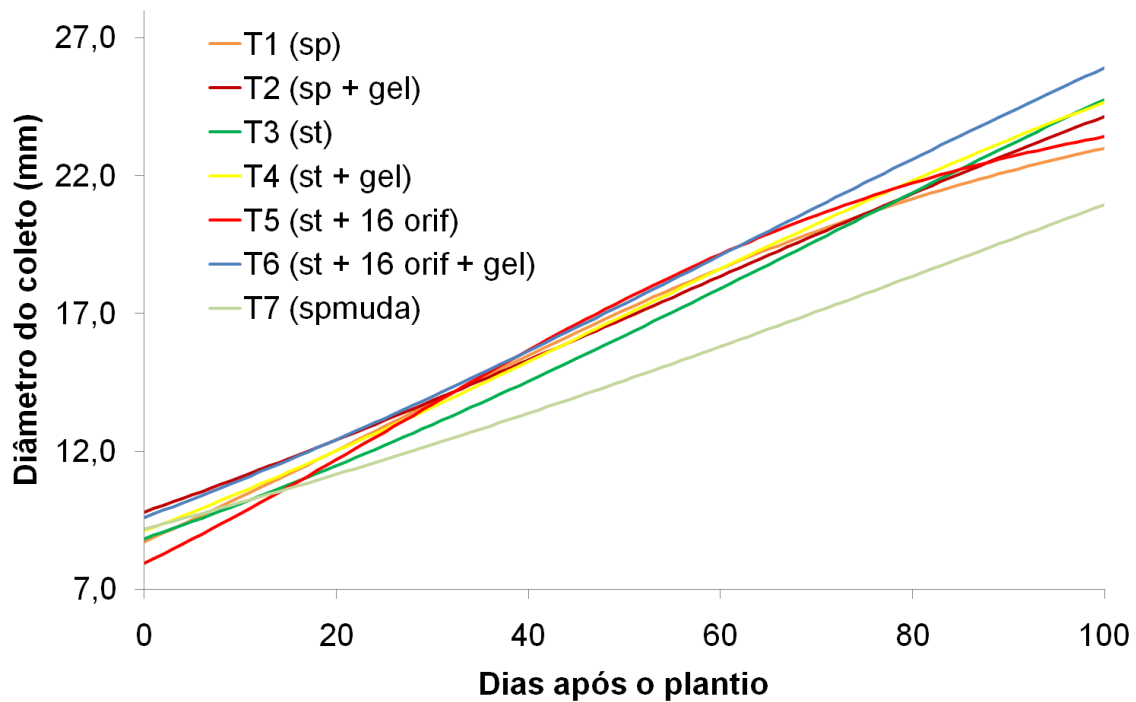
Figura 2II – Modelo de crescimento em altura (Y) em função do Tempo (X) das mudas de cutieira plantadas nos vasos plásticos, nos diferentes tratamentos com uso de sacolinhas de TNT (com e sem orifícios), sacolinhas plásticas e aplicação de hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

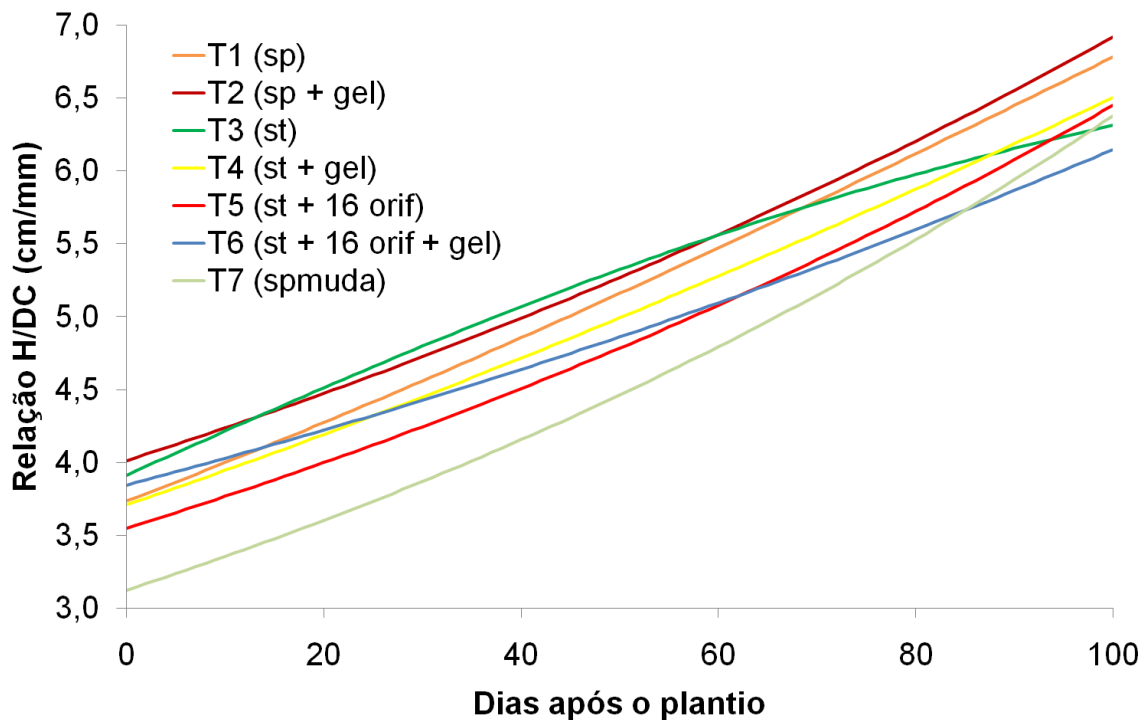


Figura 3II – Modelo de crescimento em diâmetro do coleto (Y) em função do Tempo (X) das mudas de cutieira plantadas nos vasos plásticos, nos diferentes tratamentos com uso de sacolinhas de TNT (com e sem orifícios), sacolinhas plásticas e aplicação de hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

Figura 4II – Modelo de crescimento da relação H/DC (Y) em função do Tempo (X) das mudas de cutieira plantadas nos vasos plásticos, nos diferentes tratamentos com uso de sacolinhas de TNT (com e sem orifícios), sacolinhas plásticas e aplicação de hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

Tabela 2II – Altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de cutieira, aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Altura (cm)*	Diâmetro do coleto (mm)	Relação H/DC (cm/mm)
T1	154,33	22,66	6,88
T2	168,33	24,20	7,03
T3	155,33	25,10	6,21
T4	158,33	24,73	6,46
T5	151,66	23,00	6,69
T6	160,66	26,37	6,16
T7	136,33	21,36	6,38
CV (%)	10,29	12,67	16,20

T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel; T7 = spmuda. CV = coeficiente de variação. \* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk.

Fonte: o autor.

Tabela 3II – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para altura, diâmetro do coleto e relação (H/DC) de mudas de cutieira, aos 20, 40, 60, 70, 90 e 100 dias após o plantio (DAP) nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contraste	ALTURA (cm)					
	20 DAP	40 DAP	60 DAP	70 DAP	90 DAP	100 DAP
C1	1,7216 <sup>ns</sup>	1,3266 <sup>ns</sup>	2,6283 <sup>ns</sup>	7,5833 <sup>ns</sup>	4,9983 <sup>ns</sup>	0,8333 <sup>ns</sup>
C2	4,2866 <sup>ns</sup>	4,0016 <sup>ns</sup>	6,8850 <sup>ns</sup>	3,5833 <sup>ns</sup>	5,8183 <sup>ns</sup>	8,8333 <sup>ns</sup>
C3	-1,1764 <sup>ns</sup>	-3,2003 <sup>ns</sup>	-3,9550 <sup>ns</sup>	-4,9166 <sup>ns</sup>	-3,8388 <sup>ns</sup>	-3,5000 <sup>ns</sup>
C4	-1,7383 <sup>ns</sup>	-0,8383 <sup>ns</sup>	-1,4600 <sup>ns</sup>	-5,6666 <sup>ns</sup>	-6,3500 <sup>ns</sup>	-6,0000 <sup>ns</sup>
C5	-9,5375 <sup>*</sup>	-14,9292 <sup>*</sup>	-21,3783 <sup>*</sup>	-25,9166 <sup>*</sup>	-22,3333 <sup>*</sup>	-20,1666 <sup>*</sup>
C6	-4,3033 <sup>ns</sup>	-3,5133 <sup>ns</sup>	-5,7166 <sup>ns</sup>	-1,6666 <sup>ns</sup>	-7,1700 <sup>ns</sup>	-14,0000 <sup>ns</sup>
CV (%)	23,64	7,94	7,47	6,62	8,95	10,29

Contraste	DIÂMETRO DO COLETO (mm)					
	20 DAP	40 DAP	60 DAP	70 DAP	90 DAP	100 DAP
C1	0,3850 <sup>ns</sup>	0,5816 <sup>ns</sup>	-0,2050 <sup>ns</sup>	-0,1500 <sup>ns</sup>	0,0583 <sup>ns</sup>	-1,4000 <sup>ns</sup>
C2	0,0600 <sup>ns</sup>	0,0650 <sup>ns</sup>	-0,0350 <sup>ns</sup>	-1,5833 <sup>ns</sup>	-0,4633 <sup>ns</sup>	-1,3500 <sup>ns</sup>
C3	-0,1808 <sup>ns</sup>	-0,2744 <sup>ns</sup>	-1,0577 <sup>*</sup>	-1,7111 <sup>*</sup>	-1,4641 <sup>*</sup>	-2,0638 <sup>ns</sup>
C4	-0,5050 <sup>ns</sup>	-0,5433 <sup>ns</sup>	-0,4900 <sup>ns</sup>	-0,1666 <sup>ns</sup>	-0,6783 <sup>ns</sup>	-1,4833 <sup>ns</sup>
C5	-0,9875 <sup>*</sup>	-1,4700 <sup>*</sup>	-2,9333 <sup>*</sup>	-3,4000 <sup>*</sup>	-3,9875 <sup>ns</sup>	-3,4416 <sup>ns</sup>
C6	-0,1800 <sup>ns</sup>	-0,0266 <sup>ns</sup>	-0,6600 <sup>ns</sup>	1,2666 <sup>ns</sup>	-0,1566 <sup>ns</sup>	-1,5333 <sup>ns</sup>
CV (%)	18,84	5,93	5,36	10,50	4,38	12,67

Contraste	RELAÇÃO ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) (cm/mm)					
	20 DAP	40 DAP	60 DAP	70 DAP	90 DAP	100 DAP
C1	0,0194 <sup>ns</sup>	-0,1383 <sup>ns</sup>	0,2307 <sup>ns</sup>	0,3950 <sup>ns</sup>	0,0943 <sup>ns</sup>	0,4300 <sup>ns</sup>
C2	0,3614 <sup>ns</sup>	0,2450 <sup>ns</sup>	0,4655 <sup>*</sup>	0,7483 <sup>ns</sup>	0,4304 <sup>ns</sup>	0,7266 <sup>ns</sup>
C3	-0,0604 <sup>ns</sup>	-0,2094 <sup>ns</sup>	0,0689 <sup>ns</sup>	0,2550 <sup>ns</sup>	0,1175 <sup>ns</sup>	0,3850 <sup>ns</sup>
C4	0,0634 <sup>ns</sup>	0,1666 <sup>ns</sup>	0,0655 <sup>ns</sup>	-0,2200 <sup>ns</sup>	0,0011 <sup>ns</sup>	0,1433 <sup>ns</sup>
C5	-0,5621 <sup>*</sup>	-0,7350 <sup>*</sup>	-0,4896 <sup>*</sup>	-0,3783 <sup>ns</sup>	-0,1723 <sup>ns</sup>	-0,0016 <sup>ns</sup>
C6	-0,2786 <sup>ns</sup>	-0,2166 <sup>ns</sup>	-0,1694 <sup>ns</sup>	-0,5733 <sup>ns</sup>	-0,3350 <sup>ns</sup>	-0,1533 <sup>ns</sup>
CV (%)	28,09	6,25	5,46	12,49	9,92	16,20

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = todas TNT vs todas plásticas; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = TNT vs plástica plantada; C6 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

Os resultados, com exceção da relação H/DC, indicam a necessidade da

retirada da sacolinha plástica no momento do plantio da muda, pois a mesma, quando plantada junto com a muda, visto em T7 (spmuda), proporcionou menores valores em comparação com os tratamentos que empregaram sacolinha de TNT. O T7 (spmuda) se diferiu dos tratamentos que empregaram a sacolinha de TNT aos 40 e 60 dias após o plantio.

Por meio da aplicação dos contrastes ortogonais, nota-se que o T7 (spmuda) apresentou mudas com menores valores de H/DC aos 20, 40, 60 e 70 dias após o plantio, sendo este efeito ausente ao final das avaliações. Mudas com relação H/DC muito elevada, conforme as características morfogênicas, podem ter dificuldade de se manter eretas em campo, podendo levar ao tombamento e morte destas após o plantio (ABREU et al., 2017).

Esses resultados também podem ser atribuídos à morfologia da espécie. As características morfológicas e genéticas podem diferir entre espécies ou, até mesmo, entre indivíduos de mesma espécie (FRANK-DE-CARVALHO; MARCHIORETTO; BÃO, 2010). Essa diferença morfológica pode ter interferido na visualização efetiva do tratamento no crescimento das mudas em T7 (spmuda).

É importante destacar que as sacolinhas de TNT foram capazes de proporcionar mudas de boleira com crescimento em altura e diâmetro do coleto semelhante ao visto em mudas nos tratamentos com sacolinha plástica (T1 – sp; T2 – sp + gel e; T7 – spmuda). Como as sacolinhas de TNT são biodegradáveis, a utilização se torna benéfica por não necessitar da retirada na hora do plantio. Logo, em comparação às sacolas plásticas, a praticidade da sacolinha de TNT se destaca ecologicamente também, reduzindo a produção de resíduos (POUBEL, 2018). Portanto, na produção das mudas, a sacolinha de TNT se mostrou válida.

Os resultados dos contrastes ortogonais aplicados indicam que a presença de orifícios na sacolinha de TNT não foi capaz de proporcionar efeito significativo, pois os tratamentos que empregaram orifícios na sacolinha de TNT (T5 – st + 16 orif e T6 – st + 16 orif + gel) não diferiram dos tratamentos que não empregaram orifícios (T3 – st e T4 – st + gel). Assim, é dispensável a confecção dos orifícios. Isso se atribui à presença de poros no TNT, permitindo o escoamento da água aplicada na irrigação. A função desses orifícios, bem como a porosidade presente no TNT, é permitir a drenagem do excesso de água (FRONZA; HAMANN, 2015). Por sua vez, o excesso de água acarreta transtornos, tais como: redução da percentagem de ar presente no solo / substrato, perda de nitrogênio e redução do desenvolvimento radicular (COSTA

et al., 2008). No entanto, a ausência de orifícios na sacolinha de TNT não prejudicou o crescimento das mudas de boleira.

De acordo com o gráfico de regressão em altura e diâmetro do coleto, o polímero hidrorretentor apresentou efeito no crescimento em altura após o plantio de mudas de boleira e incorporado ao substrato de produção da muda, ao comparar sacolinhas com os mesmos materiais. Essa informação corrobora com o que vários autores explicam. Azevedo et al. (2016) viram que a adição do polímero no substrato influencia na obtenção de maior crescimento e qualidade de mudas de *Corymbia citriodora*.

Em contrapartida, Buzetto, Bizon e Seixas (2002), ao estudar a influência do uso de hidrogel sobre o crescimento de mudas de *Eucalyptus urophylla* após o plantio, detectaram ausência de influência do polímero dentro do período de tempo estudado (nove meses após o plantio). Vale, Carvalho e Paiva (2006) observaram que o polímero aplicado seco no plantio do cafeeiro não influenciou o desenvolvimento inicial das plantas. Os mesmos autores abordam que o substrato pode ter limitado a expansão do polímero e a absorção de água, além da influência da precipitação pluviométrica na ausência de efeito significativo do referido polímero. Para a boleira, foi verificada ausência de efeito positivo do polímero hidrorretentor no crescimento em altura e diâmetro do coleto.

### 3.2. ÁREA FOLIAR, BIOMASSA DA PARTE AÉREA, TOTAL E DE RAÍZES E RELAÇÕES (MSPA/MSR E H/MSPA)

Acerca dos atributos de biomassa e da área foliar, as diferenças entre as médias atestadas pelos contrastes ortogonais revelaram que houve efeito dos tratamentos inclusos nos contrastes C3 (todas TNT vs todas plásticas) e C5 (TNT vs plástica plantada), para a maioria dos atributos avaliados, aos 70 e 100 dias após o plantio nos vasos, indicando que não houve diferenças em relação ao efeito dos tratamentos nos atributos morfológicos em questão. As massas secas de raízes e da parte aérea foram menores para T7 (spmuda), aos 100 dias após o plantio nos vasos, o que explica o efeito nos contrastes ortogonais (Tabelas 4II a 7II).

Tabela 4II – Área foliar, massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação MSPA/MSR e relação altura (H)/MSPA de mudas de cutieira, aos 70 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	MSR (g)	MSPA (g)
T1	8483,965	16,76	81,40
T2	7158,894	13,15	71,61
T3	8224,563	15,85	76,65
T4	8440,473	18,12	83,91
T5	7121,561	22,20	87,92
T6	9367,220	16,77	92,04
T7	5358,825	11,76	49,22
CV (%)	27,06	33,08	27,04
Tratamentos	MST (g)	Relação MSPA/MSR *	Relação H/MSPA (cm/g) *
T1	98,16	6,93	1,81
T2	84,76	5,32	2,07
T3	92,50	4,97	1,58
T4	102,04	4,66	1,49
T5	110,12	3,93	1,54
T6	108,81	5,66	1,31
T7	60,98	4,73	2,04
CV (%)	25,06	48,50	34,76

T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel; T7 = spmuda.

\* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. CV = coeficiente de variação.

Fonte: o autor.

Tabela 5II – Massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação MSPA/MSR e relação altura (H)/MSPA de mudas de cutieira, aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
T1	48,49	184,58	233,07
T2	43,79	249,79	293,59
T3	39,07	252,33	291,41
T4	41,76	295,74	337,51
T5	40,03	212,78	252,81
T6	51,13	335,17	386,30
T7	45,70	158,07	203,78
CV (%)	26,39	26,61	23,73
Tratamentos	Relação MSPA/MSR	Relação H/MSPA (cm/g)	
T1	3,80	0,87	
T2	6,06	0,68	
T3	6,42	0,62	
T4	7,12	0,60	
T5	5,36	0,77	
T6	6,57	0,50	
T7	3,85	0,86	
CV (%)	29,04	24,68	

T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel; T7 = spmuda.

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 6II – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para área foliar, massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação MSPA/MSR e relação H/MSPA de mudas de cutieira, aos 70 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	MSR (g)	MSPA (g)
C1	-1287,8927 <sup>ns</sup>	-2,2600 <sup>ns</sup>	-0,8883 <sup>ns</sup>
C2	-378,8324 <sup>ns</sup>	-4,2983 <sup>ns</sup>	-16,3666 <sup>ns</sup>
C3	88,1275 <sup>ns</sup>	-4,3447 <sup>*</sup>	-17,7214 <sup>*</sup>
C4	-1230,7845 <sup>ns</sup>	1,5750 <sup>ns</sup>	-5,6883 <sup>ns</sup>
C5	-2929,6292 <sup>*</sup>	-6,4758 <sup>*</sup>	-35,9092 <sup>*</sup>
C6	1325,0717 <sup>ns</sup>	3,6133 <sup>ns</sup>	9,7900 <sup>ns</sup>
CV (%)	27,06	33,08	27,04

Contrastes	MST (g)	Relação MSPA/MSR	Relação H/MSPA (cm/g)
C1	-3,1483 <sup>ns</sup>	2,4766 <sup>ns</sup>	0,1583 <sup>ns</sup>
C2	-20,6650 <sup>ns</sup>	0,1600 <sup>ns</sup>	0,6533 <sup>ns</sup>
C3	-22,0661 <sup>*</sup>	0,8544 <sup>ns</sup>	0,4541 <sup>*</sup>
C4	-4,1133 <sup>ns</sup>	-0,7066 <sup>ns</sup>	0,0716 <sup>ns</sup>
C5	-42,3850 <sup>*</sup>	-0,0733 <sup>ns</sup>	0,5508 <sup>ns</sup>
C6	13,4033 <sup>ns</sup>	1,6100 <sup>ns</sup>	-0,4233 <sup>ns</sup>
CV (%)	25,06	48,50	34,76

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = todas TNT vs todas plásticas; C4 = TNT com vs TNT sem gel; C5 = TNT vs plástica plantada; C6 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

Tabela 7II – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação MSPA/MSR e relação H/MSPA de mudas de cutieira, aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
C1	8,9383 <sup>ns</sup>	-47,9816 <sup>ns</sup>	-39,04166 <sup>ns</sup>
C2	-2,6500 <sup>ns</sup>	-65,6633 <sup>ns</sup>	-68,3150 <sup>ns</sup>
C3	2,9964 <sup>ns</sup>	-76,5264 <sup>*</sup>	-73,5277 <sup>*</sup>
C4	-6,8950 <sup>ns</sup>	-82,8983 <sup>*</sup>	-89,7966 <sup>*</sup>
C5	2,7008 <sup>ns</sup>	-115,9342 <sup>*</sup>	-113,2266 <sup>*</sup>
C6	4,6933 <sup>ns</sup>	-65,2166 <sup>ns</sup>	-60,5233 <sup>ns</sup>
CV (%)	26,39	26,61	23,73

Contrastes	Relação MSPA/MSR	Relação H/MSPA (cm/g)
C1	-2,0950 <sup>*</sup>	0,1783 <sup>ns</sup>
C2	-2,0950 <sup>ns</sup>	0,1300 <sup>ns</sup>
C3	-1,8016 <sup>*</sup>	0,1830 <sup>*</sup>
C4	-0,9533 <sup>ns</sup>	0,1450 <sup>ns</sup>
C5	-2,5216 <sup>*</sup>	0,2408 <sup>*</sup>
C6	-2,2600 <sup>ns</sup>	0,1933 <sup>ns</sup>
CV (%)	29,04	24,68

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = todas TNT vs todas plásticas; C4 = TNT com vs TNT sem gel; C5 = TNT vs plástica plantada; C6 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

O plantio com a sacolinha plástica foi capaz de produzir mudas com biomassa radicular inferior aos demais tratamentos que empregaram a sacolinha de TNT,

conforme visto no contraste C5 (TNT vs plástica plantada). Tal resultado corrobora com os vistos em materiais alternativos utilizados na produção de mudas. Silva et al. (2014) observaram que o citropote se mostra superior no desenvolvimento radicular de *Carya illinoensis*, em comparação com a sacolinha de polietileno.

A ausência do efeito do tratamento na produção de biomassa em T7 (spmuda), comparando com o uso da sacolinha de TNT, pode ser justificada pela produção de raízes grossas e menor produção de raízes finas, por conta do enovelamento do sistema radicular possibilitado pelo plantio com o plástico, que permite a expansão das raízes apenas nos orifícios e a menor absorção de nutrientes disponibilizados no substrato contido nos vasos dos plantios. As raízes finas são as mais importantes na absorção dos nutrientes (VALCARCEL et al., 2007), o que pode caracterizar a maior produção de biomassa da parte aérea vista para os tratamentos com sacolinha de TNT, em comparação com T7 (spmuda).

Embora a massa seca de raízes não tenha diferido entre T7 (spmuda) e os tratamentos que incluem sacolinha de TNT, os demais atributos (biomassa seca aérea e total) indicam que o emprego da sacolinha de TNT é válida, em detrimento a sacolinha plástica.

O contraste C3 (todas plásticas vs todos TNT) atesta a maior eficiência da sacolinha de TNT para a produção de mudas com maior biomassa da parte aérea e, conseqüentemente, de biomassa total. A MSPA é um importante parâmetro para indicar a rusticidade e melhor vigor da muda (MASSAD et al., 2015). Tais características podem ser proporcionadas pela sacolinha de TNT na produção e no plantio de mudas de boleira.

No entanto, os tratamentos que empregaram TNT, juntos, apresentaram maior relação MSPA/MSR, em comparação com a soma dos tratamentos que empregaram a sacolinha plástica. Valores menores da relação MSPA/MSR indicam melhor proporção entre o crescimento do sistema radicular com a parte aérea da muda, representando um índice importante para a avaliação da qualidade das mudas (COSTA et al., 2005). A obtenção do valor menor de MSPA/MSR nas mudas produzidas com sacolinha plástica, em comparação com a de TNT, pode relacionar às melhores condições químicas e físicas dos substratos (FERNANDEZ, 2002). Portanto, a sacolinha de TNT não foi capaz de proporcionar mudas com relação MSPA/MSR satisfatória, em comparação com a sacolinha plástica, podendo acarretar em transtornos relacionados à produção de mudas com baixa qualidade e

sustentação. Para este atributo, o emprego da sacolinha de TNT foi desvantajoso.

O uso do polímero hidrorretentor para a produção de biomassa de boleira surtiu efeito apenas no contraste C4 (TNT com vs TNT sem gel), para a biomassa seca total e da parte aérea. Esses resultados corroboram com estudos de Bernardi et al. (2012), que, quando trabalharam com mudas de eucalipto produzidas com este polímero, obtiveram um maior crescimento da parte aérea. Neves et al. (2021) destacam que, quando polímeros hidrorretentores são incorporados aos substratos, os resultados são variados nas respostas às características de crescimento das plantas.

Todavia, para os demais atributos e, ao comparar os tratamentos 1 (sp) e 2 (sp + gel), não houve efeito significativo do polímero hidrorretentor no crescimento das mudas. Sendo assim, a aplicação desse polímero incorporado ao substrato junto com a muda plantada não foi significativa para o crescimento em biomassa e área foliar da boleira. Um estudo acerca do uso do gel incorporado ao substrato para a produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* detectou que, com o aumento da dosagem, este polímero não surtiu efeito e, inclusive, afetou negativamente a qualidade das mudas (SOUSA et al., 2013).

A ausência de efeito positivo do polímero hidrorretentor em relação à produção de mudas com maior qualidade pode se relacionar à umidade excessiva que o referido polímero pode acarretar ao substrato, reduzindo a sua aeração e, conseqüentemente, não proporcionando maior desenvolvimento às raízes e qualidade à muda, em comparação com a ausência do referido polímero (MOREIRA et al., 2010). Dessa forma, a dispensabilidade do polímero hidrorretentor detectada na produção de biomassa de boleira pode estar relacionada ao maior acúmulo de água e nutrientes proporcionado por este polímero na sacolinha plástica. Ao contrário do TNT, este material não possui poros, contribuindo para a ausência de efeito significativo do gel na produção de biomassa de boleira após o plantio.

### 3.3. ÁREA SUPERFICIAL, COMPRIMENTO, DIÂMETRO MÉDIO E VOLUME DE RAÍZES

Referente às médias obtidas para os parâmetros de raízes (com exceção da biomassa seca), a aplicação dos contrastes ortogonais detectou significância nos resultados em C1 (plástica vs TNT) e C5 (TNT vs plástica plantada), com exceção



apenas para o diâmetro médio em todos os contrastes (Tabelas 8III e 9II). O menor crescimento de raízes em T7 (spmuda) explica a significância vista no C5 (TNT vs plástica plantada).

Tabela 8II – Médias dos atributos de raízes (área superficial, comprimento, diâmetro e volume) de mudas de cutieira, aos 70 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	Área superficial (cm <sup>2</sup> )	Comprimento total (cm)	Diâmetro médio (mm)	Volume total (cm <sup>3</sup> )
T1 (sp)	804,2136	3153,4890	0,8055	16,3820
T2 (sp + gel)	761,4598	2795,7796	0,8676	16,8910
T3 (st)	883,0960	3324,5853	0,8490	19,0546
T4 (st + gel)	952,2813	3038,6231	1,0035	23,8183
T5 (st + 16 orif)	886,9721	2683,6710	1,0431	23,5913
T6 (st + 16 orif + gel)	882,6023	2933,4319	0,9643	21,3690
T7 (spmuda)	623,5255	2167,7404	0,9083	14,6003
CV (%)	17,96	13,05	14,94	30,61

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 9II – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para os atributos de raízes (área superficial, comprimento, diâmetro e volume) de mudas de cutieira, aos 70 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	Área superficial (cm <sup>2</sup> )	Comprimento total (cm)	Diâmetro médio (mm)	Volume total (cm <sup>3</sup> )
C1	-171,5051 *	-289,4081 <sup>ns</sup>	-0,1046 <sup>ns</sup>	-6,0005 *
C2	-7,3543 <sup>ns</sup>	131,3036 <sup>ns</sup>	-0,0461 <sup>ns</sup>	-1,01677 <sup>ns</sup>
C3	32,9015 <sup>ns</sup>	373,0530 <sup>ns</sup>	-0,0773 <sup>ns</sup>	-1,0436 <sup>ns</sup>
C4	-32,4082 <sup>ns</sup>	18,1007 <sup>ns</sup>	-0,0338 <sup>ns</sup>	-1,2706 <sup>ns</sup>
C5	-277,7124 *	-827,3371 *	-0,0566 <sup>ns</sup>	-7,3580 *
C6	42,7533 <sup>ns</sup>	357,7093 <sup>ns</sup>	-0,0623 <sup>ns</sup>	-0,5090 <sup>ns</sup>
CV (%)	17,96	13,05	14,94	30,61

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = todas TNT vs todas plásticas; C4 = TNT com vs TNT sem gel; C5 = TNT vs plástica plantada; C6 = plástica sem gel vs plástica com gel. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. \* significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

A ausência de efeito do polímero hidrorretentor no crescimento de raízes pode ser atribuída à umidade excessiva que o referido polímero pode acarretar ao substrato, reduzindo a sua aeração e, conseqüentemente, proporcionando menor desenvolvimento às raízes e menor qualidade à muda (MOREIRA et al., 2010). Assim, para a maior produção de raízes de boleira, o polímero hidrorretentor não surtiu efeito significativo.

Os resultados, através da aplicação do contraste C1 (plástica vs TNT), foram significativamente maiores para a sacolinha de TNT, em relação à área superficial e ao volume. Isso pode ser atribuído à maior resistência das paredes da sacolinha

plástica, o que pode ter refletido em menor crescimento em área superficial e volume de raízes. Além do mais, a possibilidade de uma maior assimilação de fósforo, um macronutriente que favorece o crescimento radicular (ABREU et al., 2017), pode ter favorecido um melhor crescimento radicular para os tratamentos com a sacolinha de TNT. A absorção desse macronutriente seria atrapalhada em caso de enovelamento do sistema radicular.

A comparação (C5 – TNT vs plástica plantada) entre T7 (spmuda) e os tratamentos que consideraram a sacolinha de TNT detectou que o plantio da sacolinha plástica com a muda acarreta danos ao sistema radicular, pois esse material permite a expansão das raízes apenas nos orifícios. Já a sacolinha de TNT, por possuir alta porosidade, proporciona maior produção de área superficial, comprimento e volume de raízes. Essa diferença detectada pela aplicação dos contrastes ortogonais também pode ser comprovada visualmente, entre os tratamentos T7 (spmuda) e um dos tratamentos que empregaram a sacolinha de TNT (Figura 5II).

Figura 5II – Produção de raízes vista, na esquerda, em T7 (spmuda) e, na direita, em T3 (st), após a retirada do substrato contido nos vasos, para mudas provenientes da produção em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES



Fonte: o autor.

Um maior volume de raízes pode favorecer o aumento de adesão e contato da planta com o substrato, permitindo a assimilação de água e nutrientes e conferindo à planta maior resistência a estresses hídricos e deficiência nutricional (SOARES et al., 2017). Plantas com maior área de contato para as raízes tendem a possuir melhor estado nutricional e maior resistência a vários estresses ambientais, como altas

temperaturas, deficiência hídrica, extremos de pH e proteção contra organismos patogênicos (SILVA; ANTONIOLLI; ANDREAZZA, 2003). Dessa forma, o plantio com a sacolinha de TNT é recomendado, em relação à produção de raízes (Figura 6II), proporcionando plantas com maior resistência e permitindo uma melhor absorção de água e nutrientes do solo.

Figura 6II - Expansão do sistema radicular em um dos tratamentos que empregaram sacolinha de TNT, após o plantio das mudas nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

Um bom desenvolvimento do sistema radicular das mudas está intimamente ligado ao vigor necessário e à longevidade da planta, uma vez que a muda possuirá maior aptidão em absorver adequadamente os nutrientes do solo, garantido o seu pleno crescimento (VENDRUSCOLO; MARTINS; SELEGUINI, 2016). Baseando-se na área superficial e no volume de raízes, o fato supracitado é possibilitado pelo plantio com a sacolinha de TNT, pois a mesma não permitiu a quebra e deformação do torrão, o que pode ocorrer quando o plantio é feito com a retirada da sacolinha

plástica. Esses transtornos, bem como o enovelamento do sistema radicular acarretado pelo plantio com a sacolinha plástica, validam o uso da sacolinha de TNT para o crescimento radicular após o plantio das mudas produzidas nesse material.

#### **4. CONCLUSÃO**

A aplicação do polímero hidrorretentor no substrato influenciou no maior crescimento de mudas de cutieira, apenas em relação à altura e ao diâmetro do coleto.

O plantio com a sacolinha de TNT mostrou-se válido. A ausência da necessidade de confecção de orifícios e o fato de ser um material biodegradável tornam a sacolinha de TNT com potencial para o crescimento da cutieira.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. H. M. de.; LELES, P. S. dos S.; MELO, L. A. de.; OLIVEIRA, R. R. de.; FERREIRA, D. H. A. A. Caracterização e potencial de substratos formulados com bio-sólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1179-1190, 2017.

AZEVEDO, G. T. de O. S.; AZEVEDO, G. B. de.; SOUZA, A. M. de.; MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de. Effect of hydrogel doses in the quality of *Corymbia citriodora* Hill & Johnson seedlings. **Nativa**, v. 4, n. 4, p. 244-248, 2016.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. **Circular Técnica IPEF**, n. 195, p. 1-8, 2002.

CALDEIRA, M. V. W.; MOREIRA, F. L.; GONÇALVES, E. de O.; CAMPANHARO, I. F.; CASTRO, K. C. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas de *Bixa arborea* Huber. e *Joannesia princeps* Vell. em área de restauração florestal. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 305-317, 2017.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. 141 p.

COSTA, M. C. da.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. de F. B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 19-24, 2005.

COSTA, R. N. T.; VASCONCELOS, J. P. de.; SILVA, L. A. da. Interferência do excesso de água no solo e componentes de produção em beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 74-77, 2008.

FERNANDEZ, J. R. C. **Efeito de substratos, recipientes e adubação na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 38, n.2, p. 109-112, 2014.

FRANK-DE-CARVALHO, S. M.; MARCHIORETTO, M. S.; BÁO, S. N. Anatomia foliar, morfologia e aspectos ecológicos das espécies da família Amaranthaceae da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cara Preta, em Alto Paraíso, GO, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 77-86, 2010.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas**. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2015. 142 p.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, n. 15, p. 1-23, 1995.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. do C. e.; SILVA, J. da.; BUTRUILLE, N. dos S.; OLIVEIRA, C. R. de.; BORGES, S. R. dos S. **Uso de hidrogel nanocompósito na produção de mudas de tomate e pimentão**. Brasília: Embrapa, 2019. 24 p.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. de. Parâmetros morfofisiológicos na avaliação da qualidade de mudas de três espécies florestais. **Agrogeoambiental**, v. 8, n. 3, p. 51-59, 2016.

MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; SANTOS, T. B.; CARDOSO, R. L. R.; SARMENTO, M. F. Q. Substratos alternativos na produção de mudas de flamboyant e ipê-mirim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 251-256, 2015.

MENDES, P. J.; YADA, M. M. Produção de biodiesel do fruto da cutieira (*Joannesia princeps* Vell.). **Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 370-380, 2018.

MENDONÇA, A. V. R.; RIBEIRO, L. G.; ASSUNÇÃO, J. R. A.; FREITAS, T. A. S. de.; SOUZA, J. S. Recipiente de fibras de *Attalea funifera* para produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 245-252, 2016.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; VILLAR, L.; HAFLE, O. M. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Agrarian**, v. 3, n. 8, p. 133-139, 2010.

NASSER, M. D.; LIMA JÚNIOR, S. de.; GALLO, P. B. Qualidade de mudas de *Coffea arabica* L. produzidas em sacolinha plástica convencional, tubete e TNT. **Omnia Exatas**, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2010.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. da S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. de O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

NEVES, O. S. C.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. Retenção de água em substratos com hidrogel: influência das características do material e nível de adubação. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1751-1767, 2021.

NUNES, A. R. A.; FERNANDES, A. M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L.; MAGOLBO, L. A.; CARMO, E. L. do. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 242-247, 2016.

POUBEL, M. E. **Uso de recipiente de tecido não tecido (TNT) na produção de mudas de goiaba (*Psidium guajava* L.) – Myrtaceae**. 2018. 39 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade) – Instituto Federal do Espírito Santo, Ibatiba, 2018.

SANTANA, J. A. da S.; COSTA, T. L. N. da.; SILVA, B. R. F. da.; BARBOSA JUNIOR, V. C.; COSTA, M. do P.; CANTO, J. L. do. Utilização de recipientes biodegradáveis de bambu no desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15912-15921, 2019.

SILVA, G. F. da.; LIMA, A. D. V.; HELLWIG, C. G.; SOUZA, R. S. de.; FARIAS, P. C. de M.; MARTINS, C. R. Comparação de recipientes no desenvolvimento radicular de mudas de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K. Koch). In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 21., 2019, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2014.

SILVA, R. F. da.; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Produção de mudas de *Pinus elliotii* Engelm. micorrizadas em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 57-65, 2003.

SILVEIRA, A. C. da.; SCHORR, L. P. B.; VUADEN, E.; AGUIAR, J. T.; CUCHI, T.; MORAES, G. C. Modelagem da altura e do incremento em área transversal de louro pardo. **Nativa**, v. 6, n. 2, p. 191-197, 2018.

SOARES, M. T. S.; GAIAD, S.; RESENDE, A. S. de.; MENEZES, G. I. de.; FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. Qualidade de mudas de espécies arbóreas procedentes do Bioma Pantanal e inoculadas com fungos micorrízicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 311-322, 2017.

SOUSA, G. T. de O.; AZEVEDO, G. B. de.; SOUSA, J. R. L. de.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. de. Incorporação de polímero hidroretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Spreng. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1270-1278, 2013.

SOUSA, O. V. de.; FIORAVANTE, I. A.; ALVES, M. S.; DEL-VECHIO-VIEIRA, G.; ARAÚJO, A. da L. A. de. Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia princeps* Vellozo. **HU Revista**, v. 33, n. 1, p. 23-27, 2007.

VALCARCEL, R.; VALENTE, F. D. W.; MOROKAWA, M. J.; CUNHA NETO, F. V.; PEREIRA, C. R. Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 923-930, 2007.

VALE, G. F. R. do.; CARVALHO, S. P. de.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

VENDRUSCOLO, E. P.; MARTINS, A. P. B.; SELEGUINI, A. Promoção no desenvolvimento de mudas olerícolas com uso de bioestimulante. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 73-82, 2016.

VIEIRA, R. D.; BIANCHINI, J. P. E.; VIEIRA, W. D.; SILVA, P. M.; VASCONCELOS, R. S.; SANTOS, W. B. R.; RIBEIRO, J. C. Pressuposições e a análise de variância de



experimentos agropecuários em software livre. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 6, p. 51-55, 2018.

## ANEXOS

Tabela 10II – Coeficientes e estatística ajustada para altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação (H/DC), para cada um dos tratamentos, de mudas de cutieira, após o plantio nos vasos, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

ALTURA (H) (cm)					
Tratamentos	Coeficientes			Syx (%)	R <sup>2</sup> ajustado
	a	b	c		
T1	199,0964	5,2506	0,0281	11,06	0,9532437
T2	275,6879	6,3487	0,0226	9,07	0,9730981
T3	219,2845	5,5170	0,0253	9,93	0,9619900
T4	246,8362	6,5484	0,0243	8,43	0,9752699
T5	234,6517	6,2834	0,0240	7,39	0,9785554
T6	229,5434	5,8330	0,0256	11,18	0,9568523
T7	582,6639	18,7295	0,0173	7,80	0,9720651

DIÂMETRO DO COLETO (DC) (mm)					
Tratamentos	Coeficientes			Syx (%)	R <sup>2</sup> ajustado
	a	b	c		
T1	26,2463	2,0089	0,0265	1,13	0,9571052
T2	35,4706	2,6196	0,0172	0,27	0,9977454
T3	39,6080	3,4827	0,0176	1,07	0,9734717
T4	33,4129	2,6654	0,0202	0,67	0,9884199
T5	25,6991	2,2401	0,0313	1,26	0,9540707
T6	39,2569	3,0890	0,0179	1,26	0,9646398
T7	39,6690	3,3204	0,0131	1,03	0,9553326

RELAÇÃO ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) (cm/mm)					
Tratamentos	Coeficientes			Syx (%)	R <sup>2</sup> ajustado
	a	b	c		
T1	14,3726	2,8487	0,0093	0,3306	0,9320068
T2	15999490,0	3988411,0	0,0055	0,2103	0,9693999
T3	7,3658	0,8833	0,0167	0,1568	0,9689807
T4	16,9190	3,5625	0,0080	0,2450	0,9546776
T5	20070250,0	5657839,0	0,0060	0,2510	0,9568753
T6	17839570,0	4641615,0	0,0047	0,1722	0,9670861
T7	7207513,0	2308299,0	0,0071	0,2395	0,9695274

T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel; T7 = spmuda. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação ajustado. Syx: erro padrão residual. Fonte: o autor.

## CAPÍTULO III

### DIAGNOSE FOLIAR DE MUDAS DE CUTIEIRA PRODUZIDAS EM SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) COM USO DE HIDROGEL

#### RESUMO

A espécie *Joannesia princeps* Vell., conhecida, entre outros nomes, como cutieira, pertence ao bioma Mata Atlântica e possui relevância na recuperação de áreas degradadas, além de rápido crescimento. Estudos baseados na produção de mudas florestais em meio a alternativas, como sacolinha biodegradável e polímeros hidrorretentores, são relevantes, a fim de favorecer a retenção de nutrientes, o pegamento da planta em campo e minimizar a geração de resíduos. Portanto, o objetivo deste capítulo foi verificar a assimilação de nutrientes da cutieira em meio a sacolinha de TNT e ao uso de polímero hidrorretentor. O experimento ocorreu em casa de vegetação. Foram avaliados 7 tratamentos: T1 - sacolinha plástica; T2 - sacolinha plástica com hidrogel; T3 - sacolinha de TNT sem orifícios; T4 - sacolinha de TNT sem orifícios e com hidrogel; T5 - sacolinha de TNT com orifícios; T6 - sacolinhas de TNT com orifícios e hidrogel e; T7 - sacolinha plástica plantada com a muda. Após a produção das mudas, foi realizado plantio das mudas em vasos plásticos com volume de 20 litros, em casa de vegetação. Foi adotado o Delineamento de Blocos Casualizados, com parcelas de 19 plantas (fase de muda) e 9 plantas (pós-plantio nos vasos) e 3 repetições. Aos 100 dias após o semeio e 100 dias após o plantio nos vasos, foram determinados os macronutrientes e micronutrientes foliares e as relações entre os referidos nutrientes. Devido à porosidade do material, a sacolinha de TNT proporcionou menor absorção de nutrientes na fase de muda e após o plantio, em comparação com a sacolinha plástica. O TNT contribuiu para a obtenção de menores médias de alguns nutrientes foliares, possivelmente por conta da lixiviação de nutrientes, em comparação com a sacolinha plástica. O polímero hidrorretentor surtiu efeito na maior absorção de nutrientes apenas após o plantio nos vasos, ao passo que, na etapa de produção da muda, a aplicação do mesmo não influenciou significativamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Joannesia princeps* Vell. Material biodegradável. Nutrição de mudas. Polímero hidrorretentor.

## FOLIAR DIAGNOSIS OF CUTIEIRA SEEDLINGS PRODUCED IN NON-WOVEN FABRIC (TNT) BAGS WITH THE USE OF HYDROGEL

### ABSTRACT

The species *Joannesia princeps* Vell., known, among other names, as cutieira, belongs to the Atlantic Forest biome and has relevance in the recovery of degraded areas, in addition to rapid growth. Studies based on the production of forest seedlings in the midst of alternatives, such as biodegradable bags and water-retaining polymers, are relevant in order to favor nutrient retention, plant attachment in the field and minimize waste generation. Therefore, the objective of this chapter was to verify the assimilation of nutrients of the cutieira in the middle of the TNT bag and the use of water-retaining polymer. The experiment took place in a greenhouse. Seven treatments were evaluated: T1 - plastic bag; T2 - plastic bag with hydrogel; T3 - TNT bag without holes; T4 - TNT bag without holes and with hydrogel; T5 - TNT bag with holes; T6 - TNT bags with holes and hydrogel and; T7 - plastic bag planted with the seedling. After seedling production, seedlings were planted in plastic pots with a volume of 20 liters, in a greenhouse. The Randomized Block Design was adopted, with plots of 19 plants (seedling phase) and 9 plants (post-planting in pots) and 3 replications. At 100 days after sowing and 100 days after planting in pots, foliar macronutrients and micronutrients and the relationships between these nutrients were determined. Due to the porosity of the material, the TNT bag provided less absorption of nutrients in the seedling phase and after planting, compared to the plastic bag. The TNT contributed to obtain lower averages of some leaf nutrients, possibly due to nutrient leaching, compared to the plastic bag. The water-retaining polymer had an effect on the greater absorption of nutrients only after planting in the pots, while, in the seedling production stage, its application proved to be unnecessary.

**KEYWORDS:** *Joannesia princeps* Vell. Biodegradable material. Nutrient retention. Water retention polymer.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie arbórea *Joannesia princeps* Vell., também conhecida como boleira, dandá e andá-açu, pertence à família Euphorbiaceae, encontrada como espécie nativa no bioma Mata Atlântica. Essa planta é útil para reflorestamento e fins medicinais. Sua madeira pode ser usada para produção de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, etc (MENDES; YADA, 2018). A referida espécie vem desencadeando interesse para pesquisas mais detalhadas, uma vez que a mesma tem influenciado satisfatoriamente na cobertura do solo e apresenta rápido crescimento, um dos fatores importantes para a restauração florestal (CALDEIRA et al., 2020).

No auxílio à produção de mudas florestais, a sacolinha plástica é o material comumente empregado. Todavia, a mesma requer sua retirada após o plantio das mudas em campo, além de não ser um material biodegradável (POUBEL, 2018). Nesse sentido, é interessante a busca por alternativas mais sustentáveis na silvicultura. Uma delas se trata do uso de sacolinhas biodegradáveis, como as que podem ser feitas a partir do tecido não tecido (TNT). Por sua vez, o TNT, segundo a norma brasileira NBR 13370:2017 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017), é caracterizado como um material de estrutura plana, flexível e poroso, constituído de manta de fibras, ou filamentos direcionados ou ao acaso. Este material pode ser fabricado a partir de fibras e/ou filamentos artificiais, naturais ou sintéticas (ZARPELON, 2021). O emprego de um material biodegradável na produção de mudas, além de evitar a produção de resíduos para o ambiente, também minimiza a possibilidade de danos às raízes da muda no ato do plantio (SANTANA et al., 2019), o que pode afetar a retenção e presença de nutrientes às mudas, a depender também da porosidade do material biodegradável.

A diagnose foliar caracteriza-se por ser o método mais relevante na definição e no entendimento do estado nutricional dos vegetais (GOTT et al., 2014). O emprego da análise foliar, na diagnose do estado nutricional das plantas, fundamenta-se no fato de haver uma correlação entre sua taxa de crescimento ou produção e os teores de nutrientes nos seus tecidos (MARINHO et al., 2002). Trata-se de um eficiente método de avaliar a assimilação de nutrientes pela planta, bem como de verificar se recursos aplicados, como o recipiente e polímero hidrorretentor, são capazes de proporcionar boa qualidade à planta.

Os chamados polímeros hidrorretentores ou hidrogéis são produtos sintéticos a base de poliacrilamida, que possuem alta capacidade de reter e armazenar água (SOUSA et al., 2013). O polímero hidrorretentor tem como função favorecer a retenção de água e a sua gradativa disponibilidade ao vegetal, possibilitando o aumento da eficácia das irrigações e a redução do risco de ocorrência de transtornos no momento da instalação das florestas (NAVROSKI et al., 2014). Estudos a respeito da influência do polímero hidrorretentor no estado nutricional de espécies florestais, principalmente as nativas da Mata Atlântica, ainda são escassos na literatura (SOUSA et al., 2013). Todavia, para a cutieira, pouco se sabe a respeito do efeito do hidrogel no seu estado nutricional, tanto na etapa de produção da muda como após o plantio.

Este capítulo embasou-se no seguinte questionamento: “a sacolinha de TNT e o polímero hidrorretentor influenciam na assimilação de nutrientes por parte da muda?” O objetivo deste capítulo foi verificar o efeito de sacolinhas de TNT e do polímero hidrorretentor na produção de mudas de cutieira, em termos de retenção e absorção de macronutrientes e micronutrientes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – *campus* de Alegre, localizado no município de Alegre, distrito de Rive, Estado do Espírito Santo. A área se localiza, segundo o sistema geodésico de referência WGS 84, nas coordenadas geográficas de 20°45'45" S e 41°27'40" O. A casa de vegetação possui, nas laterais, telas de sombreamento (50% de passagem de luz solar), e o teto em arco coberto com lona impermeável e transparente. O piso, por sua vez, é revestido com lona. No seu entorno, a casa de vegetação é protegida por quebra-ventos.

Como tratamentos, foram utilizadas sacolinhas de TNT com 16 orifícios e sem orifícios e sacolinhas plásticas tradicionais. Alguns dos referidos tratamentos contaram com gel (polímero hidrorretentor) (Tabela 1III). Todas as sacolinhas apresentaram o mesmo substrato e os mesmos níveis de adubação e volume. O emprego de sacolinhas de TNT com 16 orifícios se justifica pelo fato de permitir um comparativo deste material com a sacolinha plástica convencional. Esta, por sua vez, possui cerca de 20 orifícios, porém, com diâmetro menor (5 mm) em comparação aos orifícios feitos nas sacolinhas de TNT. Cada orifício instalado na sacolinha de TNT apresentou diâmetro igual a 6 mm. Em relação ao polímero hidrorretentor, do fabricante Fecunda Fertilizantes®, foi empregada a concentração de 2 g/L (MEWS et al., 2015).

Tabela 1III – Tratamentos com tipo de sacolinhas e com o uso do gel para produção de mudas de cutieira, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Características e abreviação
1	Sacolinha plástica tradicional (sp)
2	Sacolinha plástica tradicional com polímero hidrorretentor (sp + gel)
3	Sacolinha de TNT sem orifícios (st)
4	Sacolinha de TNT sem orifícios e com polímero hidrorretentor (st + gel)
5	Sacolinha de TNT com 16 orifícios (st + 16 orif)
6	Sacolinha de TNT com 16 orifícios e polímero hidrorretentor (st + 16 orif + gel)
7	Sacolinha plástica tradicional plantada com a muda (spmuda)

Fonte: o autor.

As sacolinhas plásticas tiveram valores de largura e altura iguais a 15 cm e 25 cm, respectivamente, com volume de, aproximadamente, 1,49 litros. Os saquinhos de TNT tiveram as mesmas dimensões descritas. Foram trabalhadas sacolinhas de TNT

na cor preta e gramatura 40 (40 g/m). A opção por essa cor do TNT se relaciona ao fato da cor preta possibilitar um melhor comparativo com a sacolinha plástica preta. Já a escolha da gramatura de 40 g/m se justifica por essa ser a mais disponível nos mercados que comercializam o TNT. Gramaturas maiores podem causar envelhecimento do sistema radicular. Após a aquisição do TNT no mercado, as sacolinhas feitas por este material foram confeccionadas através de costureira (serviço terceirizado).

Para a produção do substrato, foram utilizadas proporções iguais de terra de subsolo, areia, esterco bovino curtido e peneirado. Como fertilizantes, foram aplicados ureia, superfosfato-simples e cloreto de potássio, com base nas proporções recomendadas por Gonçalves (1995). Foi também empregado o fertilizante de liberação controlada Forth Cote + Micros (NPK, 15:9:12) e a respectiva concentração baseou-se na recomendação do fabricante (2 g/L de substrato). Para o peneiramento da terra e do esterco, foi empregada uma peneira de malha quadriculada (1 cm). A homogeneização do substrato foi praticada manualmente, por meio de enxada.

O semeio foi feito através da inserção de duas sementes por sacolinha.

Na irrigação, foram empregados microaspersores com vazão, diâmetro molhado e pressão de trabalho da bomba iguais a 160 l/h, 9 m e 20 mca, respectivamente, de acordo com o fabricante. A frequência e o tempo de irrigação foram condicionados ao clima do dia e no monitoramento da umidade do substrato, no intuito de proporcionar condições mais adequadas à germinação, variando de uma a três irrigações por dia com 10 minutos cada.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), com 3 repetições e 19 plantas para cada repetição, totalizando 57 plantas por tratamento.

O raleamento das mudas de cutieira ocorreu após 55 dias da germinação, em sacolinhas com mais de uma semente germinada. Nessa etapa, foi mantida apenas a plântula mais centralizada, com melhor formação e desenvolvimento. Periodicamente, ocorreram capinas de plantas invasoras no interior e ao redor da casa de vegetação. A capina no entorno da casa de vegetação ocorreu no intuito de evitar o transporte de sementes de plantas invasoras para as proximidades e no interior da casa de vegetação. Também ocorreram o combate e monitoramento das formigas cortadeiras no entorno da casa de vegetação, através da aplicação de embalagens (500 gramas) contendo formicida.

Após a sua produção, aos 100 dias após o semeio, as mudas de cutieira foram



plantadas em vasos plásticos contendo, cada um, 8 orifícios. As mudas plantadas apresentaram, inicialmente, as seguintes médias de altura e diâmetro do coleto, respectivamente: T1 (sp) – 47,53 cm e 10,52 mm; T2 (sp + gel) – 54,8 cm e 10,45 mm; T3 (st) – 49,42 cm e 10,23 mm; T4 (st + gel) – 42,50 cm e 9,26 mm; T5 (st + 16 orif) – 47,42 cm e 9,86 mm; T6 (st + 16 orif + gel) – 47,25 cm e 9,87 mm. Os vasos apresentaram, aproximadamente, as seguintes dimensões: altura – 29,4 cm; diâmetro – 29,4 cm; volume – 20 litros.

Como substratos, foram empregadas proporções iguais de terra de subsolo peneirada, esterco bovino curtido e peneirado e areia. Como fertilizantes, foram utilizados: superfosfato simples, cloreto de potássio e FTE (micronutrientes), com base nas recomendações de Gonçalves (1995). Ou seja, com base no autor supracitado, para cada 1000 litros de substrato, foram adicionados: 1500 g de superfosfato simples (em pó), 150 g de cloreto de potássio (em pó) e 150 g de FTE (granulado). Os vasos foram preenchidos com o substrato para, em seguida, ser realizado o plantio nos mesmos. Essa etapa contou, nos tratamentos com TNT, com o plantio da muda juntamente com a sacolinha de TNT (Figura 1III). Também ocorreu a retirada da sacolinha plástica nos tratamentos que contaram com seu uso.

Figura 1III - (A) Plantio de muda de cutieira em recipiente, após produção em sacolinha de TNT e (B) muda produzida em sacolinha de TNT após o plantio no vaso, em casa de vegetação no distrito de Rive. Alegre, ES.



Fonte: o autor.

A fim de melhor comparar o desenvolvimento da muda com base no material da sacolinha, sem ocorrer a sua retirada no momento do plantio, a etapa de plantio

nos vasos considerou, além dos tratamentos descritos na Tabela 1, o tratamento 7 (T7 – sacolinha plástica com a muda – spmuda). Nessa parcela, as mudas de cutieira foram plantadas nos vasos sem ocorrer a retirada da sacolinha plástica. A frequência e o tempo de irrigação, nessa etapa, foram condicionados à observação de murcha das primeiras mudas.

Ao final da produção da muda (100 dias após o semeio) e aos 100 dias após o plantio nos vasos, em cada bloco, foi selecionada uma planta representativa das médias das alturas e dos diâmetros do coleto em cada bloco, totalizando 3 plantas por parcela. As mudas amostradas apresentaram os seguintes valores médios de altura e diâmetro do coleto, respectivamente: T1 (sp) – 154,33 cm e 22,66 mm; T2 (sp + gel) – 168,33 cm e 24,20 mm; T3 (st) – 155,33 cm e 25,10 mm; T4 (st + gel) – 158,33 cm e 24,73 mm; T5 – 151,66 cm e 23,03 mm; T6 – 160,66 cm e 26,36 mm e; T7 – 136,33 cm e 21,36 mm.

A fim de realizar a análise química foliar, durante o período de 3 horas consecutivas, foram separadas as folhas de cada planta. Na etapa de produção da muda, foram selecionadas todas as folhas de cada muda, ao passo que, na etapa pós-plantio, foram seccionadas as folhas mais novas e recém-maduras, do terço superior de cada planta, conforme método adotado por Silva et al. (2008).

A biomassa selecionada foi inserida em saquinhos de papel corretamente identificados para a secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C a 70 °C, até apresentar peso constante (em torno de 5 dias). Após a secagem, a biomassa foi transportada para o Laboratório Agronômico Labominas, no município de Manhuaçu (MG), a fim de realizar a análise química foliar. Após a trituração da biomassa foliar no referido laboratório, foram determinados os macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco), conforme método proposto por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

As leituras do índice SPAD foram efetuadas aos 100 dias após o semeio e 70 dias após o plantio, com auxílio de um medidor portátil SPAD-502. A mensuração, efetuada no período da manhã e para cada muda amostrada, foi feita na região central da primeira folha a partir da base da planta (folha mais velha e comum para todas as parcelas), conforme método empregado por Silva et al. (2011). Aos 70 dias após o plantio foram feitas três leituras do índice SPAD no folíolo central de cada folha. Após a obtenção dos valores, foi obtida a média para representar o índice SPAD no mesmo

folíolo, conforme método abordado por Galvão (2014). Para as medições, foi considerada a folha mais nova e totalmente expandida, a partir do ápice (PAIXÃO, 2018; PRIMO et al., 2014).

Em ambos os experimentos, foi adotado o Delineamento Experimental de Blocos Casualizados (DBC). A fase de produção da muda contou com seis tratamentos e três repetições. Cada repetição conteve número de unidades experimentais igual a 19 plantas (após o raleamento de plântulas em sacolinhas com mais de uma semente germinada), perfazendo 57 plantas para cada tratamento. Na fase pós-plantio nos vasos, foram considerados sete tratamentos e três repetições, com número de unidades experimentais igual a 9 plantas, perfazendo 27 plantas para cada tratamento (Figura 2III).

Figura 2III - Disposição dos experimentos (A) na fase de produção da muda e (B) após o plantio nos vasos, em casa de vegetação no distrito de Rive, Aleare, ES.



Fonte: o autor.

As médias foram processadas no software SISVAR, na versão 5.6. (FERREIRA, 2014), sendo, a princípio, verificadas pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Na ausência de distribuição normal, as médias foram transformadas via raiz quadrada, conforme procedimento adotado por Caldeira et al. (2017) e recomendado por Vieira et al. (2018). Em caso de distribuição normal, as médias, então, foram testadas e submetidas à análise de variância ANOVA, em níveis de 90% e 95% de probabilidade.

A opção pela taxa de 90% de probabilidade ocorreu devido ao fato das mudas terem origem seminal, com diferenças genéticas e diferentes pontos de maturação da semente, proporcionando oscilações de crescimento entre as mudas (mudas muito ou

pouco desenvolvidas). No entanto, para este experimento, a taxa de 90% de probabilidade foi a mais adequada para melhor expressar a diferença entre os tratamentos, sendo esta, então, a taxa escolhida para o processamento das médias.

Visando melhores respostas à influência das características empregadas nos tratamentos, também no mesmo software, foram obtidas comparações entre grupos de médias através de contrastes ortogonais. Na etapa de produção da muda, foram estabelecidos cinco contrastes, conforme listados abaixo com suas respectivas finalidades e abreviações listadas entre parênteses:

[C1 = 2 T1 – (T3 + T5)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as sacolinhas plásticas, sem o uso do polímero hidrorretentor (TNT vs plástica);

[C2 = 2 T2 – (T4 + T6)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT com polímero hidrorretentor (TNT gel vs plástica gel);

[C3 = T3 + T4 – T5 – T6] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem orifícios (com vs sem orifícios);

[C4 = T3 + T5 – T4 – T6] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem polímero hidrorretentor (TNT com vs TNT sem gel);

[C5 = T1 – T2] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas com e sem polímero hidrorretentor (plástica sem gel vs plástica com gel).

Já na etapa pós-plantio nos vasos, foram plotados seis contrastes, conforme descritos abaixo com suas respectivas abreviações:

[C1' = 2 T1 – (T3 + T5)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as sacolinhas plásticas, sem o uso do polímero hidrorretentor (plástica vs TNT – plantio), após o plantio nos vasos;

[C2' = 2 T2 – (T4 + T6)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT com polímero hidrorretentor (plástica gel vs TNT gel – plantio);

[C3' = 4 (T1 + T2 + T7) – 3 (T3 + T4 + T5 + T6)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as produzidas em sacolinhas plásticas, considerando todos os tratamentos, independentemente do uso do polímero hidrorretentor (todas plásticas vs todos TNT – plantio);

$[C4' = T3 + T5 - T4 - T6]$  – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem polímero hidrorretentor (TNT sem vs TNT com gel – plantio);

$[C5' = 4 T7 - (T3 + T4 + T5 + T6)]$  – contraste estabelecido para comparar mudas plantadas com sacolinhas de TNT com mudas plantadas com sacolinhas plásticas (plástica plantada vs TNT – plantio);

$[C6' = T1 - T2]$  – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas com e sem polímero hidrorretentor (plástica sem gel vs plástica com gel – plantio).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. ÍNDICE SPAD

Através dos contrastes ortogonais aplicados, observou-se que houve significância para os contrastes C2' (plástica vs TNT gel – plantio) e C5' (plástica plantada vs TNT) (Tabelas 2III e 3III). O maior valor obtido para o T7 (spmuda) pode explicar a influência dos resultados obtidos nos contrastes ortogonais supracitados.

Tabela 2III – Índice SPAD de mudas de cutieira, na etapa de produção das mudas (100 dias após o semeio e aos 100 dias após o plantio nos vasos) em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Índice SPAD (100 dias após o semeio)	Índice SPAD (100 dias após o plantio nos vasos)
T1 (sp)	44,70	42,47
T2 (sp + gel)	45,55	40,73
T3 (st)	43,70	45,14
T4 (st + gel)	48,91	43,40
T5 (st + 16 orif)	46,83	43,98
T6 (st + 16 orif + gel)	45,78	43,05
T7 (spmuda)	--	46,24
CV (%)	7,42	4,21

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 3III – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para o índice SPAD de mudas de cutieira, na etapa de produção da muda (100 dias após o semeio) e aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O SEMEIO	
Contrastes	Índice SPAD
C1 (plástica vs TNT)	-0,5666 <sup>ns</sup>
C2 (plástica vs TNT gel)	-1,8000 <sup>ns</sup>
C3 (sem vs com orifícios)	**
C4 (TNT sem vs TNT com gel)	-2,0830 <sup>ns</sup>
C5 (plástica sem gel vs plástica com gel)	-0,8500 <sup>ns</sup>
CV (coeficiente de variação) (%)	7,42
EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O PLANTIO NOS VASOS	
Contrastes	Índice SPAD
C1' (plástica vs TNT – plantio)	-2,0883 <sup>ns</sup>
C2' (plástica gel vs TNT gel – plantio)	-2,4950 <sup>*</sup>
C3' (todas plásticas vs todas TNT – plantio)	-0,7455 <sup>ns</sup>
C4' (TNT com vs TNT sem gel – plantio)	1,3366 <sup>ns</sup>
C5' (plástica plantada vs TNT – plantio)	2,3466 <sup>*</sup>
C6' (plástica sem gel vs plástica com gel – plantio)	1,7433 <sup>ns</sup>
CV (coeficiente de variação) (%)	4,21

CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*\*</sup> erro no processamento do contraste (somadas de quadrados negativas). Fonte: o autor.

Maiores valores do índice SPAD expressam uma melhor assimilação do nitrogênio pela planta (SILVA et al., 2020). Para a obtenção de maiores valores SPAD, o efeito do polímero hidrorretentor foi ausente na etapa de produção da muda (100 dias após o semeio).

As sacolinhas de TNT, na fase de produção da muda (100 dias após o semeio), foram capazes de proporcionar valores SPAD próximos aos vistos em plantas produzidas em sacolinhas plásticas. O índice SPAD é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha (PÔRTO et al., 2011) e, portanto, as sacolinhas de TNT são capazes de produzir mudas com teores de clorofila foliar iguais às mudas em sacolinhas plásticas, na fase de produção da muda.

No entanto, aos 100 dias após o plantio nos vasos, observou-se efeito do T7 (spmuda) na obtenção de valores SPAD superiores aos vistos no plantio com a sacolinha de TNT, o que pode ser visto através dos contrastes ortogonais que incluíram o T7 (spmuda). Tal constatação pode ser justificada pela presença de nutrientes no substrato, principalmente o nitrogênio, que influencia no índice SPAD. O plantio da sacolinha plástica com a muda pode ter favorecido uma maior retenção do nitrogênio contido no torrão da muda, em comparação com o plantio com TNT. Soares (2016) observou aumento do índice SPAD proporcional ao incremento de nitrogênio.

Além do mais, outros pontos relevantes que podem ter influenciado na visualização do efeito dos tratamentos e na obtenção de índice SPAD superior para o T7 (sp), visto no valor positivo em C5' (plástica plantada vs TNT – plantio), são a diferença genética entre indivíduos da mesma espécie e o comportamento do nitrogênio na planta. Soares (2016) explica que a variação no índice SPAD pode ocorrer devido aos mecanismos de absorção, retenção e distribuição do nitrogênio no vegetal.

Entre os tratamentos com gel, conforme visto em C2' (plástica gel vs TNT gel – plantio), a sacolinha de TNT proporcionou efeito positivo na obtenção de valores SPAD superiores ao tratamento com sacolinha plástica (T2 – sp + gel). No entanto, não houve efeito significativo nos contrastes ortogonais que incluíram a comparação de sacolinhas com materiais diferentes nem com a utilização ou não do hidrogel, visto em C1' (plástica vs TNT – plantio) e C4' (TNT com vs TNT sem gel – plantio). Assim, para o índice SPAD, o hidrogel incorporado ao substrato não surtiu efeito significativo.

Essas observações divergem com o que vários autores obtiveram. Aragão (2018) mostrou que o uso do hidrogel no solo influencia significativamente o teor de

clorofila presente na folha de alface. Mendonça et al. (2013) detectaram que o incremento de hidrogel no solo, com uma dose de 4 gramas, proporciona um aumento de 12% na retenção de água no solo, em comparação com o tratamento sem hidrogel. Tal constatação, segundo os mesmos autores, favoreceu um aumento da produção de clorofila. Para a cutieira, o hidrogel empregado não surtiu o efeito esperado.

### 3.2. MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES FOLIARES

Referente aos contrastes ortogonais, na fase de produção da muda (100 dias após o semeio), os contrastes que tiveram maiores quantidades de atributos químicos com significância foram C1 (plástica vs TNT) e C2 (plástica gel vs TNT gel), ao passo que, aos 100 dias após o plantio nos vasos, foram vistos maiores significâncias para os teores de macronutrientes foliares em C6' (plástica sem gel vs plástica com gel – plantio) e para o micronutriente cobre, aos 100 dias após o semeio (Tabelas 4III a 9III). Os macronutrientes que não apresentaram significância nos resultados foram: nitrogênio e fósforo (100 dias após o semeio) e; fósforo e potássio (100 dias após o plantio nos vasos). Já os micronutrientes não significativos foram: ferro e manganês (100 dias após o semeio) e cobre, zinco e boro (100 dias após o plantio nos vasos).

Tabela 4III - Resultados dos macronutrientes determinados pela análise foliar de mudas de cutieira, na fase de produção das mudas (100 dias após o semeio), produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamento	N (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	*S (g/kg)
T1 (sp)	31,73	18,70	6,80	5,03	25,00	3,00
T2 (sp + gel)	30,10	17,46	6,66	6,00	20,56	2,40
T3 (st)	34,53	15,13	6,70	5,93	23,06	2,00
T4 (st + gel)	38,26	14,26	6,03	5,00	20,40	1,80
T5 (st + 16 orif)	32,43	14,86	5,73	4,63	19,33	1,90
T6 (st + 16 orif + gel)	35,46	10,93	5,16	4,93	17,43	1,73
CV (%)	11,36	17,33	11,81	16,32	12,86	14,80

Métodos de extração: nitrogênio (N) – N total por digestão sulfúrica; cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. \* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. Fonte: o autor.



Tabela 5III - Resultados dos micronutrientes determinados pela análise foliar de mudas de cutieira, na fase de produção das mudas (100 dias após o semeio), produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamento	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	*Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
T1 (sp)	31,73	18,70	6,80	5,03	25,00
T2 (sp + gel)	30,10	17,46	6,66	6,00	20,56
T3 (st)	34,53	15,13	6,70	5,93	23,06
T4 (st + gel)	38,26	14,26	6,03	5,00	20,40
T5 (st + 16 orif)	32,43	14,86	5,73	4,63	19,33
T6 (st + 16 orif + gel)	35,46	10,93	5,16	4,93	17,43
CV (%)	15,53	18,32	15,37	15,23	9,85

Métodos de extração: boro (B) – incineração; cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. \* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. Fonte: o autor.

Tabela 6III - Resultados dos macronutrientes determinados pela análise foliar de mudas de cutieira, aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamento	N (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	*P (g/kg)	K (g/kg)	*S (g/kg)
T1 (sp)	36,16	14,83	4,60	5,66	12,20	3,80
T2 (sp + gel)	31,96	22,13	6,03	6,50	14,16	2,73
T3 (st)	33,60	17,66	4,90	5,86	11,46	1,20
T4 (st + gel)	30,10	14,36	4,13	5,80	10,83	1,30
T5 (st + 16 orif)	25,90	16,33	5,06	6,00	12,90	1,40
T6 (st + 16 orif + gel)	29,86	21,16	6,93	6,36	14,16	1,26
T7 (spmuda)	35,46	17,83	5,63	6,20	12,80	1,13
CV (%)	12,67	18,06	14,58	31,25	15,13	27,29

Métodos de extração: nitrogênio (N) - N total por digestão sulfúrica; cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 7III - Resultados dos micronutrientes determinados pela análise foliar de mudas de cutieira, aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Atributo	*Cu (mg/kg)	*Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	*Zn (mg/kg)	*B (mg/kg)
T1 (sp)	7,06	549,50	69,70	18,70	42,84
T2 (sp + gel)	4,46	759,50	83,20	15,76	30,66
T3 (st)	3,13	534,43	73,40	16,63	37,14
T4 (st + gel)	2,93	529,70	73,73	30,56	44,61
T5 (st + 16 orif)	3,63	580,73	65,06	14,66	34,38
T6 (st + 16 orif + gel)	7,50	724,53	92,20	18,76	41,58
T7 (spmuda)	7,73	581,33	89,46	17,60	37,68
CV (%)	93,55	14,10	16,21	46,26	34,29

Métodos de extração: boro (B) – incineração; cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 8III - Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para os macronutrientes foliares de mudas de cutieira, na etapa de produção das mudas (100 dias após o semeio) e após a fase de produção das mudas (100 dias após o plantio nos vasos), produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O SEMEIO						
Contrastes	N (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	S (g/kg)
C1	-1,750 <sup>ns</sup>	3,700 <sup>*</sup>	0,583 <sup>ns</sup>	-0,250 <sup>ns</sup>	3,800 <sup>*</sup>	1,050 <sup>*</sup>
C2	-6,767 <sup>ns</sup>	4,863 <sup>*</sup>	1,067 <sup>*</sup>	1,033 <sup>ns</sup>	1,650 <sup>ns</sup>	0,633 <sup>*</sup>
C3	2,450 <sup>ns</sup>	1,800 <sup>ns</sup>	0,917 <sup>*</sup>	0,683 <sup>ns</sup>	3,350 <sup>*</sup>	0,083 <sup>ns</sup>
C4	-3,383 <sup>ns</sup>	2,400 <sup>ns</sup>	0,617 <sup>ns</sup>	0,317 <sup>ns</sup>	2,283 <sup>ns</sup>	0,183 <sup>ns</sup>
C5	1,633 <sup>ns</sup>	1,237 <sup>ns</sup>	0,133 <sup>ns</sup>	-0,967 <sup>ns</sup>	4,433 <sup>*</sup>	0,600 <sup>*</sup>
CV (%)	11,36	17,33	11,81	16,32	12,86	14,80
EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O PLANTIO NOS VASOS						
Contrastes	N (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	S (g/kg)
C1'	6,417 <sup>*</sup>	-2,167 <sup>ns</sup>	-0,383 <sup>ns</sup>	-0,267 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	2,500 <sup>*</sup>
C2'	1,983 <sup>ns</sup>	4,367 <sup>*</sup>	0,500 <sup>ns</sup>	0,417 <sup>ns</sup>	1,667 <sup>ns</sup>	1,450 <sup>*</sup>
C3'	4,667 <sup>*</sup>	0,883 <sup>ns</sup>	0,164 <sup>ns</sup>	0,114 <sup>ns</sup>	0,714 <sup>ns</sup>	1,264 <sup>*</sup>
C4'	-0,233 <sup>ns</sup>	-0,767 <sup>ns</sup>	-0,550 <sup>ns</sup>	-0,150 <sup>ns</sup>	-0,317 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>*</sup>
C5'	5,600 <sup>*</sup>	0,450 <sup>ns</sup>	0,375 <sup>ns</sup>	0,192 <sup>ns</sup>	0,458 <sup>ns</sup>	-0,158 <sup>ns</sup>
C6'	4,200 <sup>ns</sup>	-7,300 <sup>*</sup>	-1,433 <sup>*</sup>	-0,833 <sup>ns</sup>	-1,967 <sup>ns</sup>	1,067 <sup>*</sup>
CV (%)	12,67	18,06	14,58	31,25	15,13	27,29

Métodos de extração: nitrogênio (N) - N total por digestão sulfúrica; cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel; C1' = plástica vs TNT – plantio; C2' = plástica gel vs TNT gel – plantio; C3' = todas plásticas vs todas TNT – plantio; C4' = TNT com vs TNT sem gel – plantio; C5' = TNT vs plástica plantada – plantio; C6' = plástica sem gel vs plástica com gel – plantio. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. \* significativo por ANOVA a 10% de significância.

Fonte: o autor.

Tabela 9III - Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para os micronutrientes foliares de mudas de cutieira, na etapa de produção das mudas (100 dias após o semeio) e após a fase de produção das mudas (100 dias após o plantio nos vasos), produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O SEMEIO					
Contrastes	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
C1	3,883 <sup>*</sup>	31,533 <sup>ns</sup>	16,900 <sup>ns</sup>	7,117 <sup>*</sup>	3,930 <sup>*</sup>
C2	-0,917 <sup>ns</sup>	7,667 <sup>ns</sup>	11,783 <sup>ns</sup>	-0,350 <sup>ns</sup>	-2,125 <sup>ns</sup>
C3	2,400 <sup>*</sup>	58,733 <sup>ns</sup>	4,317 <sup>ns</sup>	3,567 <sup>ns</sup>	-2,125 <sup>ns</sup>
C4	-1,033 <sup>ns</sup>	-32,567 <sup>ns</sup>	-6,483 <sup>ns</sup>	-3,533 <sup>ns</sup>	-2,155 <sup>ns</sup>
C5	3,767 <sup>*</sup>	-8,700 <sup>ns</sup>	-1,367 <sup>ns</sup>	3,933 <sup>ns</sup>	3,900 <sup>ns</sup>
CV (%)	15,53	18,32	15,37	15,23	9,85
EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O PLANTIO NOS VASOS					
Contrastes	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
C1'	3,683 <sup>ns</sup>	-8,083 <sup>ns</sup>	0,467 <sup>ns</sup>	3,050 <sup>ns</sup>	7,080 <sup>ns</sup>
C2'	-0,750 <sup>ns</sup>	132,383 <sup>*</sup>	0,233 <sup>ns</sup>	-8,900 <sup>ns</sup>	-6,435 <sup>ns</sup>
C3'	2,122 <sup>ns</sup>	37,761 <sup>ns</sup>	4,689 <sup>ns</sup>	-2,803 <sup>ns</sup>	-0,367 <sup>ns</sup>
C4'	-1,833 <sup>ns</sup>	-69,533 <sup>ns</sup>	-13,733 <sup>*</sup>	-9,017 <sup>ns</sup>	-7,335 <sup>ns</sup>
C5'	3,433 <sup>ns</sup>	-11,017 <sup>ns</sup>	13,367 <sup>ns</sup>	-2,558 <sup>ns</sup>	-1,747 <sup>ns</sup>
C6'	2,600 <sup>ns</sup>	-210,000 <sup>*</sup>	-13,500 <sup>ns</sup>	2,933 <sup>ns</sup>	6,180 <sup>ns</sup>
CV (%)	93,55	14,10	16,21	46,26	34,29

Métodos de extração: boro (B) – incineração; cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com

gel; C1' = plástica vs TNT – plantio; C2' = plástica gel vs TNT gel – plantio; C3' = todas plásticas vs todas TNT – plantio; C4' = TNT com vs TNT sem gel – plantio; C5' = TNT vs plástica plantada – plantio; C6' = plástica sem gel vs plástica com gel – plantio. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. \* significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

Aos 100 dias após o semeio, no contraste C1 (plástica vs TNT), todos os atributos que apresentaram significância indicaram efeito benéfico da sacolinha plástica, em comparação com a de TNT, na absorção de macronutrientes e micronutrientes pelas mudas. Aos 100 dias após o plantio, no entanto, houve efeito significativo apenas para o nitrogênio e enxofre. A menor assimilação de nutrientes vista nas plantas que empregaram a sacolinha de TNT, em comparação com a sacolinha plástica, também foi constatada no contraste C2 (plástica gel vs TNT gel), com exceção apenas do nitrogênio aos 100 dias após o semeio, e no C3' (todas plásticas vs todas TNT – plantio). A menor absorção de nutrientes vista nas mudas produzidas em sacolinhas de TNT pode ser atribuída à presença de poros no referido material, o que poderia ter acarretado a lixiviação de água e nutrientes.

A influência negativa do TNT no estado nutricional das mudas, em comparação com a sacolinha plástica, também foi constatada para outros materiais biodegradáveis. Ferraz, Cereda e Iatauro (2015) viram que as mudas de *Petúnias Comuns* (petunia x hybrida) tiveram maior desenvolvimento em sacolinhas plásticas, em comparação com recipientes biodegradáveis. Além do mais, os mesmos autores detectaram que o recipiente biodegradável proporcionava déficit hídrico, pelo fato do material ser muito permeável. Mudas de eucalipto tiveram menor comprimento de raízes em tubetes biodegradáveis em comparação com as mudas produzidas em tubetes plásticos, de volume igual (IATAURO, 2001). Dessa forma, a perda de água e nutrientes pode ter influenciado no estado nutricional das mudas produzidas na sacolinha de TNT, o que poderia requerir um maior parcelamento da irrigação e fertilização, a fim de adequar a absorção de nutrientes.

O contraste C3 (sem vs com orifícios) evidencia que a presença de orifícios na sacolinha de TNT não acarretou efeito significativo, devido à maior absorção de Mg, K e Cu nas mudas produzidas com a sacolinha de TNT sem orifícios e à ausência de significância nos demais atributos químicos. Isso também pode ser justificado pela porosidade do TNT (POUBEL, 2018), o que permite a saída de água e nutrientes via irrigação sem haver a necessidade da instalação de orifícios. A presença de poros no TNT, no entanto, contribui para cumprir a função dos orifícios.

O plantio com a sacolinha de TNT, conforme evidenciado pelo C5' (TNT vs plástica plantada – plantio), não foi capaz de proporcionar absorção de nutrientes superior ao plantio com a sacolinha plástica (T7 – spmuda). Essa constatação, a princípio, não era esperada nesta pesquisa, pois o plantio com a sacolinha plástica pode acarretar o envelhecimento do sistema radicular.

De acordo com Mafia et al. (2005), a malformação do sistema radicular dificulta a assimilação de água e nutrientes em teores requeridos pela planta, permitindo que ocorra deficiência hídrica e/ou nutricional. Em relação ao tipo de recipiente, Vargas et al. (2011) afirmam que busca-se o melhor desenvolvimento das raízes e da assimilação de água e nutrientes por meio do estudo de alternativas para a produção de mudas e, conseqüentemente, alterações na performance das mudas em campo. No entanto, não houve menor absorção de nutrientes para as mudas plantadas com a sacolinha plástica, em comparação com a de TNT, indicando a ausência de efeito do TNT no plantio em campo da cutieira, em relação ao estado nutricional.

No contraste C5 (plástica sem gel vs plástica com gel), observa-se que a aplicação do polímero hidrorretentor foi indiferente na obtenção de médias superiores. Inclusive, para o K, Cu e S, houve maior assimilação de nutrientes em T1 (sp), que não contou com o polímero hidrorretentor incorporado ao substrato. Contudo, o contraste C6' (plástica sem gel vs plástica com gel – plantio) evidenciou maior absorção de Ca, Mg e Fe no T2 (sp + gel). Portanto, para a cutieira, o efeito do polímero hidrorretentor na absorção de nutrientes foi controverso, o que pode estar associado a diversos motivos. Vale, Carvalho e Paiva (2006) afirmam que vários fatores afetam o desempenho do polímero hidrorretentor, como a presença de sais no meio e a resistência oferecida pelo mesmo à expansão do gel, o que poderia ter favorecido a retenção de nutrientes após o plantio nos vasos e a ausência desse efeito ao término da etapa de produção das mudas de cutieira.

Taylor e Halfacre (1986), estudando o efeito dos hidrogéis para *Ligustrum lucidum* Ait., observaram que os teores dos cátions bivalentes nos tecidos das plantas cultivadas com o hidrogel tiveram decréscimo, com exceção do cálcio, manganês e cobre no sistema radicular e nas folhas baixas. Porém, os teores de nitrogênio e potássio aumentaram nas plantas produzidas com o hidrogel. Taylor e Halfacre (1986), além do mais, discutem os possíveis fatores que podem ter afetado o estado nutricional das plantas produzidas com o hidrogel: a) queda da lixiviação; b) capacidade de troca catiônica do hidrogel; c) potencial do hidrogel em quelatizar; d)

capacidade de não alterar o pH e; e) influência na liberação de nutrientes. Tais fatores podem ter influenciado na visualização de efeito controverso do polímero hidrorretentor na cutieira nos experimentos realizados.

### 3.3. RELAÇÕES ENTRE OS MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES

Referente às relações entre os macronutrientes e micronutrientes foliares, as maiores significâncias atestadas pelos contrastes ortogonais foram vistas em C2 (plástica gel vs TNT gel) e C4 (TNT sem vs TNT com gel), aos 100 dias após o semeio, e C1' (plástica vs TNT – plantio) e C2' (plástica gel vs TNT gel – plantio), aos 100 dias após o plantio nos vasos (Tabelas 10III e 11III).

O contraste C2' (plástica gel vs TNT gel – plantio) evidencia que o TNT exerceu influência na obtenção de maiores valores de N/K, N/Ca, N/S e K/Ca. A importância das relações N/Ca e K/Ca pode ser atribuída ao papel metabólico que estes elementos desempenham sobre a absorção e translocação diferenciada dos mesmos no interior dos vegetais (PRADO, 2004). Para a mangueira 'Tommy Atkins', Prado (2004) afirma que a alta relação K/Ca e N/Ca no seu fruto indica que ocorre desordem fisiológica. Dessa forma, os resultados evidenciam que o uso da sacolinha de TNT possui maior probabilidade de acarretar desordem fisiológica, em comparação com a sacolinha plástica. Essa mesma desordem foi vista no contraste C4 (TNT sem vs TNT com gel), em que as diferenças entre as médias constatam a ausência do efeito do polímero hidrorretentor para um maior equilíbrio nutricional, na parte fisiológica da cutieira. Nessa situação, a aplicação do polímero hidrorretentor não afeta significativamente nessa relação nutricional.

Esse desequilíbrio nutricional visto para o polímero hidrorretentor também pode ser constatado na literatura. Navroski et al. (2015) observaram que, na parte aérea das plantas, os teores dos macronutrientes aumentam conforme o incremento de hidrogel, mas há redução dos níveis dos micronutrientes, embora tenha aumentado a qualidade das mudas de *Eucalyptus dunnii*. Acredita-se que os minerais presentes no hidrogel, exceto o nitrogênio, apresentam baixos teores e não atuam como fonte de nutrientes, o que poderia causar o desequilíbrio nutricional no meio de cultura (VIEIRA, 2018). Portanto, possivelmente através desses motivos, o polímero hidrorretentor foi ineficaz em proporcionar maior equilíbrio nutricional da cutieira.

Tabela 10III - Médias obtidas pelas relações entre os atributos químicos determinados pela análise foliar de mudas de cutieira, na fase de produção das mudas (100 dias após o semeio) e aos 100 dias após o plantio nos vasos, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O SEMEIO							
Tratamentos	N/K	N/Ca	N/S	P/K	P/S	P/Zn	
T1	1,27	1,71	10,66	0,20	1,69	0,19	
T2	1,46	1,72	12,83	0,29	2,65	0,25	
T3	1,54	2,31	18,05	0,26	3,02	0,27	
T4	1,88	2,69	21,26	0,25	2,78	0,18	
T5	1,71	2,35	17,11	0,25	2,46	0,24	
T6	2,05	3,36	20,53	0,28	2,86	0,23	
CV (%)	17,98	25,61	13,99	24,21	24,63	22,50	
Tratamentos	K/Ca	K/Mg *	K/Mn	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Mn	Fe/Mn
T1	1,34	3,72	0,17	2,77	0,58	0,13	4,57
T2	1,19	3,10	0,14	2,62	0,61	0,12	4,54
T3	1,55	3,46	0,18	2,27	0,56	0,12	4,96
T4	1,43	3,39	0,15	2,37	0,47	0,11	5,58
T5	1,36	3,39	0,15	2,56	0,49	0,11	5,21
T6	1,62	3,27	0,13	2,11	0,39	0,08	4,40
CV (%)	17,51	18,01	10,56	13,31	17,81	22,51	27,68
EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O PLANTIO NOS VASOS							
Tratamentos	N/K	N/Ca	N/S	P/K	P/S	P/Zn	
T1	2,95	2,44	9,50	0,46	1,48	0,30	
T2	2,27	1,46	13,33	0,45	2,28	0,41	
T3	2,93	2,06	28,03	0,52	4,93	0,37	
T4	2,76	2,08	23,16	0,54	4,46	0,24	
T5	2,03	1,63	18,50	0,47	4,29	0,45	
T6	2,19	1,50	23,76	0,47	5,06	0,34	
T7	2,93	2,03	31,67	0,52	5,52	0,36	
CV (%)	21,14	21,66	19,02	35,30	22,69	38,59	
Tratamentos	K/Ca	K/Mg	K/Mn *	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Mn	Fe/Mn
T1	0,83	2,71	0,18	3,34	0,36	0,22	7,97
T2	0,65	2,37	0,18	3,68	0,66	0,27	9,47
T3	0,71	2,40	0,16	3,55	0,48	0,24	7,25
T4	0,77	2,67	0,15	3,50	0,38	0,20	7,23
T5	0,83	2,71	0,21	3,30	0,52	0,25	9,00
T6	0,69	2,04	0,16	3,03	0,55	0,23	7,80
T7	0,73	2,25	0,14	3,16	0,50	0,21 a	6,68
CV (%)	23,98	21,69	23,19	19,09	33,07	21,57	16,53

T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel; T7 = spmuda.

CV = coeficiente de variação. \* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. Fonte: o autor.

Tabela 11III - Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para as relações entre os atributos químicos foliares, de mudas de cutieira, após a fase de produção da muda (100 dias após o semeio) e aos 100 dias após o plantio nos vasos, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O SEMEIO							
Cont.	N/K	N/Ca	N/S	P/K	P/S	P/Zn	
C1	-0,355 <sup>ns</sup>	-0,626 <sup>ns</sup>	-6,920 <sup>*</sup>	-0,053 <sup>ns</sup>	-1,060 <sup>ns</sup>	-0,062 <sup>ns</sup>	
C2	-0,508 <sup>*</sup>	-1,305 <sup>*</sup>	-8,065 <sup>*</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	-0,167 <sup>ns</sup>	0,045 <sup>ns</sup>	
C3	-0,163 <sup>ns</sup>	-0,355 <sup>ns</sup>	0,838 <sup>ns</sup>	-0,015 <sup>ns</sup>	0,237 <sup>ns</sup>	-0,007 <sup>ns</sup>	
C4	-0,343 <sup>*</sup>	-0,691 <sup>*</sup>	-3,312 <sup>*</sup>	-0,012 <sup>ns</sup>	-0,077 <sup>ns</sup>	0,047 <sup>ns</sup>	
C5	-0,190 <sup>ns</sup>	-0,013 <sup>ns</sup>	-2,166 <sup>ns</sup>	-0,090 <sup>ns</sup>	-0,970 <sup>*</sup>	-0,060 <sup>ns</sup>	
CV (%)	17,98	25,61	13,99	24,21	24,63	22,50	
Cont.	K/Ca	K/Mg	K/Mn	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Mn	Fe/Mn
C1	-0,113 <sup>ns</sup>	0,280 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,350 <sup>ns</sup>	0,052 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	-0,512 <sup>ns</sup>
C2	-0,340 <sup>*</sup>	-0,288 <sup>ns</sup>	-0,002 <sup>ns</sup>	0,382 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>*</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	-0,450 <sup>ns</sup>
C3	-0,003 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>*</sup>	-0,012 <sup>ns</sup>	0,080 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,468 <sup>ns</sup>
C4	-0,073 <sup>ns</sup>	0,055 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>*</sup>	0,178 <sup>ns</sup>	0,097 <sup>*</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	0,095 <sup>ns</sup>
C5	0,153 <sup>ns</sup>	0,623 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>*</sup>	0,147 <sup>ns</sup>	-0,037 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>ns</sup>
CV (%)	17,51	18,01	10,56	13,31	17,81	22,51	27,68
EXPERIMENTO – 100 DIAS APÓS O PLANTIO NOS VASOS							
Cont.	N/K	N/Ca	N/S	P/K	P/S	P/Zn	
C1'	0,473 <sup>ns</sup>	0,592 <sup>*</sup>	-13,767 <sup>*</sup>	-0,032 <sup>ns</sup>	-3,127 <sup>*</sup>	-0,107 <sup>ns</sup>	
C2'	-0,210 <sup>ns</sup>	-0,332 <sup>ns</sup>	-10,132 <sup>*</sup>	0,048 <sup>ns</sup>	-2,478 <sup>*</sup>	0,117 <sup>ns</sup>	
C3'	0,237 <sup>ns</sup>	0,157 <sup>ns</sup>	-5,197 <sup>*</sup>	-0,019 <sup>ns</sup>	-1,589 <sup>*</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	
C4'	0,003 <sup>ns</sup>	0,060 <sup>ns</sup>	-0,195 <sup>ns</sup>	-0,007 <sup>ns</sup>	-0,152 <sup>ns</sup>	0,120 <sup>ns</sup>	
C5'	0,448 <sup>ns</sup>	0,212 <sup>ns</sup>	8,306 <sup>*</sup>	0,022 <sup>ns</sup>	0,837 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	
C6'	0,687 <sup>*</sup>	0,983 <sup>*</sup>	-3,830 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	-0,800 <sup>ns</sup>	-0,103 <sup>ns</sup>	
CV (%)	21,14	21,66	19,02	35,30	22,69	38,59	
Cont.	K/Ca	K/Mg	K/Mn	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Mn	Fe/Mn
C1'	0,068 <sup>ns</sup>	0,160 <sup>ns</sup>	-0,007 <sup>ns</sup>	-0,085 <sup>ns</sup>	-0,140 <sup>ns</sup>	-0,027 <sup>ns</sup>	-0,153 <sup>ns</sup>
C2'	-0,077 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	0,418 <sup>ns</sup>	0,195 <sup>ns</sup>	0,060 <sup>ns</sup>	1,958 <sup>*</sup>
C3'	-0,007 <sup>ns</sup>	-0,011 <sup>ns</sup>	-0,003 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,222 <sup>ns</sup>
C4'	0,035 <sup>ns</sup>	0,197 <sup>ns</sup>	0,030 <sup>ns</sup>	0,163 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>ns</sup>	0,608 <sup>ns</sup>
C5'	-0,014 <sup>ns</sup>	-0,202 <sup>ns</sup>	-0,028 <sup>ns</sup>	-0,180 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	-0,026 <sup>ns</sup>	-1,139 <sup>ns</sup>
C6'	0,180 <sup>ns</sup>	0,347 <sup>ns</sup>	-0,003 <sup>ns</sup>	-0,340 <sup>ns</sup>	-0,303 <sup>ns</sup>	-0,053 <sup>ns</sup>	-1,503 <sup>ns</sup>
CV (%)	23,98	21,69	23,19	19,09	33,07	21,57	16,53

C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel; C1' = plástica vs TNT – plantio; C2' = plástica gel vs TNT gel – plantio; C3' = todas plásticas vs todas TNT – plantio; C4' = TNT com vs TNT sem gel – plantio; C5' = TNT vs plástica plantada – plantio; C6' = plástica sem gel vs plástica com gel – plantio. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

Na fase pós-plantio nos vasos, a relação N/S foi significativa em C1' (plástica vs TNT – plantio), C2' (plástica gel vs TNT gel – plantio); C3' (todas plásticas vs todas TNT – plantio) e C5' (TNT vs plástica plantada – plantio). Em comum, os contrastes ortogonais aplicados induzem que a sacolinha de TNT proporcionou maiores valores de N/S. O desequilíbrio entre esses dois nutrientes provavelmente resulta em distúrbios metabólicos, pois o N e S participam da síntese de aminoácidos e proteínas (GUADANIN; SCHROEDER JUNIOR; SOUZA, 2009). Os mesmos autores verificaram

que a baixa presença de enxofre em relação ao nitrogênio promove deficiência nutricional, comprometendo o crescimento da parte aérea e raiz.

Nesse sentido, o TNT proporcionou maior desequilíbrio entre esses dois nutrientes, juntamente com o P/S, induzindo a uma maior probabilidade de deficiência nutricional, em relação à sacolinha plástica. Conforme abordado, a alta porosidade do TNT torna-se um grande obstáculo na retenção e disponibilidade de nutrientes às mudas, o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas e atrapalhar a sua validação na produção de mudas florestais.



#### **4. CONCLUSÃO**

A sacolinha de TNT não foi favorável ao estado nutricional de mudas de cutieira, em comparação com a sacolinha plástica convencional. Por sua vez, o polímero hidrorretentor incorporado ao substrato não influenciou na maior retenção e absorção de nutrientes à cutieira na etapa de produção da muda.

Na fase de plantio das mudas, o emprego do polímero hidrorretentor para a cutieira pode ser recomendado, quanto à disponibilidade de nutrientes.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, F. T. de A. **Uso de hidrogel no cultivo da alface submetidas a déficit hídrico**. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12546**: materiais têxteis – ligamentos fundamentais de tecidos planos – terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

CALDEIRA, M. V. W.; MOREIRA, F. L.; GONÇALVES, E. de O.; CAMPANHARO, I. F.; CASTRO, K. C. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas de *Bixa arborea* Huber. e *Joannesia princeps* Vell. em área de restauração florestal. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 305-317, 2017.

CALDEIRA, M. V. W.; SPERANDIO, H. V.; GODINHO, T. de O.; KLIPPEL, V. H.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. de O.; TRAZZI, P. A. Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 2, p. 961-971, 2020.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 38, n.2, p. 109-112, 2014.

GALVÃO, S. F. **Efeitos do nevoeiro ácido em folhas de *Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae)**: avaliações morfoanatômicas, fisiológicas e químicas. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, n. 15, p. 1-23, 1995.

GOTT, R. M.; AQUINO, L. A. de.; CARVALHO, A. M. X. de.; SANTOS, L. P. D. dos.; NUNES, P. H. M. P.; COELHO, B. S. Índices diagnósticos para interpretação de análise foliar do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1110-1115, 2014.

GUADANIN, E. C.; SCHROEDER JUNIOR, L.; SOUZA, M. A. S. Relações nitrogênio enxofre na produção de matéria seca da raiz da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2009, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2009.

IATAURO, R. A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 2001. 33 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L. de.; FERREIRA, E. M.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 947-953, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de.; MARINS, S. L. D.; VIEIRA, A. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros 'solo' e 'formosa'. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 2, p. 373-381, 2002.

MENDES, P. J.; YADA, M. M. Produção de biodiesel do fruto da cutieira (*Joannesia princeps* Vell.). **Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 370-380, 2018.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de.; AZEVEDO, G. T. de O. S.; SOUZA, A. M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 107-116, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. da S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. de O. Influência do polímero hidrotentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108-113, 2014.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; REINIGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. de O. Influencia do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015.

OLIVEIRA, M. C. de.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A. de.; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C. da.; PEREIRA, D. J. de S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 1.ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2016. 124 p.

PAIXÃO, J. S. **Assimilação fotossintética do carbono, respiração foliar e crescimento de dois genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) contrastantes para o teor de clorofila no limbo da folha**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2018.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. do C.; ARRUDA, J. A. de. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.

POUBEL, M. E. **Uso de recipiente de tecido não tecido (TNT) na produção de mudas de goiaba (*Psidium guajava* L.) – Myrtaceae**. 2018. 39 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade) – Instituto Federal do Espírito Santo, Ibatiba, 2018.

PRADO, R. M. Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 199-232.

PRIMO, A. A.; MELO, M. D.; VIEIRA, L. V.; FEITOSA, T. S.; SOUZA, I. M. de.; PEREIRA, G. de A. C.; GUEDES, F. L.; SOUZA, H. A. de. Teores de clorofila e índice SPAD em folhas de mudas de gliricídia em função da aplicação de diferentes doses de composto orgânico oriundo de resíduos de pequenos ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SNPA / UFRB, 2014. p. 437-439.

SANTANA, J. A. da S.; COSTA, T. L. N. da.; SILVA, B. R. F. da.; BARBOSA JUNIOR, V. C. Utilização de recipientes biodegradáveis de bambu no desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15912-15921, 2019.

SILVA, C. B. da.; SILVA, J. C. da.; BRANDÃO JUNIOR, W. Q.; DAMASCENO, F. A.; BARBOSA JÚNIOR, M. R.; SANTOS, M. A. L. dos. Teor de clorofila, carotenóides e índice SPAD na alface (*Lactuca sativa*) em função de lâminas de irrigação e níveis salinos. **Ciência Agrícola**, v. 18, n. 3, p. 19-22, 2020.

SILVA, M. C. de C.; COELHO, F. S.; BRAUN, H.; FONTES, P. C. R. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 971-977, 2011.

SILVA, P. H. M. da.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L. Volume de madeira e concentração foliar de nutrientes em parcelas experimentais de *Eucalyptus grandis* fertilizadas com lodos de esgoto úmido e seco. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 845-854, 2008.

SOARES, A. M. **Crescimento e rendimento da berinjela sob fontes e doses de nitrogênio**. 2016. 57 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SOUSA, G. T. de O.; AZEVEDO, G. B. de.; SOUSA, J. R. L. de.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. de. Incorporação de polímero hidroretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Spreng. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1270-1278, 2013.

TAYLOR, K. C.; HALFACRE, R. G. The effect of hydrophylic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. **Horticulture Science**, v. 21, n. 5, p. 1159-1161, 1986.

VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 169-177, 2011.

VIEIRA, K. M. **O hidrogel pode ser uma alternativa ao uso de Agar em cultura de tecidos vegetais?**. 2018. 147 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

VIEIRA, R. D.; BIANCHINI, J. P. E.; VIEIRA, W. D.; SILVA, P. M.; VASCONCELOS, R. S.; SANTOS, W. B. R.; RIBEIRO, J. C. Pressuposições e a análise de variância de experimentos agropecuários em software livre. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 6, p. 51-55, 2018.

ZARPELON, L. de M. **Caracterização mecânica de tecido não tecido (TNT) a base de polipropileno exposto a estágios de saturação de água**. 2021. 31 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

## CAPÍTULO IV

### EFEITO DE SACOLINHAS DE TECIDO NÃO TECIDO (TNT) E GEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Samanea tubulosa* (Bentham): ESTADO NUTRICIONAL E RETENÇÃO DE NUTRIENTES

#### RESUMO

A espécie *Samanea tubulosa* (Bentham), conhecida como sete cascas, é nativa do bioma Pantanal e possui relevância para sistemas agroflorestais e fins madeireiros. Estudos com ênfase na produção de mudas florestais em meio a sacolinhas biodegradáveis e com emprego do hidrogel são relevantes, no intuito de favorecer a retenção de água e nutrientes na fase de produção da muda, favorecer o crescimento da planta e minimizar a geração de resíduos. Assim, objetivou-se, neste capítulo, avaliar a influência da sacolinha de tecido não tecido (TNT) e do polímero hidrorretentor na retenção e disponibilidade de água e nutrientes às mudas de sete cascas. O experimento ocorreu em casa de vegetação. Foram avaliados 6 tratamentos: T1 - sacolinha plástica; T2 - sacolinha plástica com hidrogel; T3 - sacolinha de TNT sem orifícios; T4 - sacolinha de TNT sem orifícios e com hidrogel; T5 - sacolinha de TNT com orifícios e; T6 - sacolinhas de TNT com orifícios e hidrogel. Foi adotado o Delineamento de Blocos Casualizados, com parcelas de 19 plantas e 3 repetições. Aos 95 e 155 dias após o semeio foi determinado o índice SPAD. Aos 155 dias após o semeio foram determinados os macronutrientes e micronutrientes foliares e as relações entre os referidos nutrientes. Além disso, foi realizada análise química e da umidade do substrato de T1 e T2, a fim de verificar o efeito do polímero hidrorretentor. Devido à porosidade do material, a sacolinha de TNT se mostrou tão eficaz como a plástica no estado nutricional das mudas produzidas, validando o seu uso. Para o nitrogênio, o TNT foi capaz de proporcionar valores significativamente superiores. No entanto, o polímero hidrorretentor afetou positivamente apenas na disponibilidade de cálcio e potássio nas folhas. Além do mais, não foi visto efeito do referido polímero na maior retenção de nutrientes. O polímero foi até prejudicial em proporcionar teores de umidade significativamente menores. Assim, o polímero hidrorretentor não apresenta resultados significativamente melhores para a sete cascas, ao passo que a sacolinha de TNT se apresenta promissora na produção de mudas florestais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atributos químicos. Diagnose foliar. Hidrogel. Saquinho biodegradável. Sete cascas.

**EFFECT OF NON-WOVEN FABRIC (NON-WOVEN) BAGS AND GEL ON THE  
PRODUCTION OF SEEDLINGS OF *Samanea tubulosa* (Bentham):  
NUTRITIONAL STATUS AND NUTRIENT RETENTION**

**ABSTRACT**

The species *Samanea tubulosa* (Bentham), known as seven shells, is native to the Pantanal biome and has relevance for agroforestry systems and logging purposes. Studies with an emphasis on the production of forest seedlings amid biodegradable bags and using hydrogel are relevant, in order to favor the retention of water and nutrients in the seedling production phase, favoring plant growth and minimizing waste generation. Thus, the objective of this chapter was to evaluate the influence of the non-woven fabric bag (TNT) and the water-retaining polymer on the retention and availability of water and nutrients to the seedlings of seven shells. The experiment took place in a greenhouse. Six treatments were evaluated: T1 - plastic bag; T2 - plastic bag with hydrogel; T3 - TNT bag without holes; T4 - TNT bag without holes and with hydrogel; T5 - TNT bag with holes and; T6 - TNT bags with holes and hydrogel. The Randomized Block Design was adopted, with plots of 19 plants and 3 replications. At 95 and 155 days after sowing, the SPAD index was determined. At 155 days after sowing, foliar macronutrients and micronutrients and the relationships between these nutrients were determined. In addition, chemical and moisture analysis of the substrate of T1 and T2 was performed in order to verify the effect of the water-retaining polymer. Due to the porosity of the material, the TNT bag proved to be as effective as the plastic bag in the nutritional status of the seedlings produced, validating its use. For nitrogen, TNT was able to provide significantly higher values. However, the water-retaining polymer positively affected only the availability of calcium and potassium in the leaves. Furthermore, no effect of such polymer on increased nutrient retention was seen. The polymer was even detrimental in providing significantly lower moisture contents. Thus, the water-retaining polymer does not present significantly better results for the seven bark, while the TNT bag shows promise in the production of forest seedlings.

**KEYWORDS:** Chemical attributes. Leaf diagnosis. Hydrogel. Biodegradable bag. Seven shells.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Samanea tubulosa* (Bentham), popularmente conhecida, entre outros nomes, como sete-casca, barba-de-velho, bordão-de-velho, farinha-seca, feijão-cru, é uma árvore de grande porte, de até 28 metros de altura, geralmente encontrada na Amazônia, Caatinga, Cerrado e em solos mais arenosos e drenados (OLIVEIRA et al., 2012). Trata-se de uma espécie heliófila e pioneira, recomendada para sistemas agroflorestais. Sua madeira é empregada na confecção de móveis e produz lenha de boa qualidade (SANTOS JUNIOR; SILVA, 2020).

Durante seu crescimento, as mudas demandam nutrientes essenciais para a manutenção sadia de seu metabolismo. Tais nutrientes podem ser agrupados em macro e micronutrientes. Como macronutrientes primários, são mencionados o nitrogênio, fósforo e potássio. No grupo dos macronutrientes secundários, estão o cálcio, magnésio e os micronutrientes exigidos em baixos teores, como o boro, cobre, ferro, manganês e zinco (TERTULIANO, 2021).

O conhecimento do estado nutricional das plantas permite o diagnóstico fisiológico e um entendimento das formas pelas quais as plantas respondem a condições de gestão (BIANCO et al., 2015). Salienta-se que boa parte das decisões tomadas em relação ao manejo nutricional da planta baseia-se em laudos de análises de solo e de tecido vegetal (SANTOS; SANTOS; KORNDÖRFER, 2012).

No auxílio à produção de mudas florestais com melhor qualidade, o emprego de recipientes biodegradáveis pode ser uma grande alternativa. Estes podem proporcionar benefícios ambientais, pois representam um material que se decompõe em menor tempo no solo, em comparação com as sacolinhas plásticas (GUERRA et al., 2017). Nesse sentido, a sacolinha de tecido não tecido (TNT) surge como uma opção para suprir transtornos vistos em mudas produzidas com sacolinhas plásticas convencionais como, por exemplo, o enovelamento do sistema radicular (GATTI, 2019). Devido à porosidade e biodegradabilidade do TNT (POUBEL, 2018), estudos são requeridos para caracterizar o seu real benefício na retenção e disponibilidade de nutrientes às mudas.

A fim de aumentar os benefícios ambientais devido à maior retenção de água e minimizar a lixiviação de nutrientes, o uso de géis, também conhecidos como hidrogéis ou polímeros de retenção de água, tem sido estudado (NAVROSKI et al., 2016). Embora as propriedades que os polímeros hidrorretentores apresentam sejam



promissoras, são necessárias pesquisas para a detecção de seus verdadeiros efeitos nos atributos do solo e substrato e no comportamento das mudas (BORELLI, 2016). Para a sete cascas, estudos com ênfase no estado nutricional de mudas produzidas com polímero hidrorretentor adicionado ao substrato ainda são escassos.

Assim, este capítulo embasou-se nos seguintes questionamentos: a sacolinha de TNT pode influenciar na retenção e disponibilidade de nutrientes às mudas, em comparação com a sacolinha plástica convencional? O polímero hidrorretentor pode ser uma alternativa válida para a produção de mudas de sete cascas, gerando um melhor estado nutricional?

Partindo dos pressupostos de que o TNT poderá proporcionar mudas com estado nutricional semelhante às produzidas em sacolinhas plásticas e da possibilidade do polímero hidrorretentor ser uma alternativa vantajosa para a retenção e absorção de nutrientes, objetivou-se neste capítulo verificar o efeito da sacolinha de TNT e do polímero hidrorretentor na retenção e assimilação de nutrientes na produção de mudas de sete cascas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A condução do experimento ocorreu em casa de vegetação localizada no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – *campus* de Alegre, no município de Alegre, distrito de Rive, Estado do Espírito Santo. A área se localiza, segundo o sistema geodésico de referência WGS 84, nas coordenadas geográficas de 20°45'45" S e 41°27'40" O. A casa de vegetação possui, nas laterais, telas de sombreamento (50% de passagem de luz solar), e o teto em arco coberto com lona impermeável e transparente. O piso, por sua vez, é revestido com lona.

Como tratamentos, foram utilizadas sacolinhas de TNT com 16 orifícios e sem orifícios e sacolinhas plásticas tradicionais. Alguns dos referidos tratamentos contaram com gel (polímero hidrorretentor) (Tabela 1IV). Todas as sacolinhas apresentaram o mesmo substrato e os mesmos níveis de adubação e volume. O emprego de sacolinhas de TNT com 16 orifícios se justifica pelo fato de possibilitar um comparativo deste material com a sacolinha plástica convencional que, por sua vez, possui cerca de 20 orifícios. Cada orifício da sacolinha plástica apresenta 5 mm de diâmetro, sendo inferior ao dos orifícios instalados nas sacolinhas de TNT (6 mm). Em relação ao polímero hidrorretentor, fornecido pelo fabricante Fecunda Fertilizantes®, foi empregada a concentração de 2 g/L (MEWS et al., 2015).

Tabela 1IV – Tratamentos com tipo de sacolinhas e com o uso do gel para produção de mudas de cutieira, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Características e abreviação
1	Sacolinha plástica tradicional (sp)
2	Sacolinha plástica tradicional com polímero hidrorretentor (sp + gel)
3	Sacolinha de TNT sem orifícios (st)
4	Sacolinha de TNT sem orifícios e com polímero hidrorretentor (st + gel)
5	Sacolinha de TNT com 16 orifícios (st + 16 orif)
6	Sacolinha de TNT com 16 orifícios e polímero hidrorretentor (st + 16 orif + gel)

Fonte: o autor.

As sacolinhas plásticas e de TNT tiveram valores de largura e altura iguais a 15 cm e 25 cm, respectivamente, com volume de, aproximadamente, 1,49 litros. Foram trabalhadas sacolinhas de TNT na cor preta e gramatura 40 (40 g/m). A opção por essa cor do TNT se relaciona ao fato de possibilitar um melhor comparativo com a sacolinha plástica preta. Já a escolha da gramatura de 40 g/m se justifica por essa ser a mais disponível nos mercados que comercializam o TNT. Após a aquisição do

TNT no mercado, as sacolinhas feitas com este material foram confeccionadas através de costureira (serviço terceirizado).

Para a produção do substrato, foram utilizadas proporções iguais de terra de subsolo (originada da escavação de taludes) peneirada, areia e esterco bovino curtido e peneirado. Como fertilizantes, foram aplicados ureia, superfosfato-simples e cloreto de potássio, com base nas proporções recomendadas por Gonçalves (1995). Foi também empregado o fertilizante de liberação controlada Forth Cote + Micros (NPK, 15:9:12) e a respectiva concentração baseou-se na recomendação do fabricante (2 g/L de substrato). Para o peneiramento da terra e do esterco foi empregada uma peneira de malha quadriculada (1 cm). A homogeneização do substrato foi realizada manualmente, com auxílio de enxada.

As sementes de sete cascas foram fornecidas pela Sociedade de Investigações Florestais (SIF), localizada no município de Viçosa (MG). Após a aquisição das sementes, procedeu-se a realização da quebra de dormência, através da imersão em ácido sulfúrico concentrado (98%) por um tempo de 10 minutos, seguida de lavagem em água corrente, conforme recomendado pelo fornecedor e por Giachini et al. (2010). Imediatamente após a quebra de dormência, ocorreu o semeio, por meio da inserção de duas sementes por sacolinha.

Na irrigação, foram empregados microaspersores com vazão, diâmetro molhado e pressão de trabalho da bomba iguais a 160 l/h, 9 m e 20 mca (metros de coluna d'água), respectivamente, de acordo com o fabricante. A frequência e o tempo de irrigação foram condicionados ao clima do dia e no monitoramento da umidade do substrato, no intuito de proporcionar condições mais adequadas à germinação. Porém, salienta-se que a frequência variou de uma a três irrigações por dia, com 10 minutos cada. O delineamento experimental considerado foi o de blocos casualizados (DBC), com 3 repetições e 19 plantas para cada repetição, totalizando 57 plantas por tratamento (Figura 1IV).

Figura 1IV - Disposição do experimento, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES.



Fonte: o autor.

O raleamento das mudas de sete cascas ocorreu aos 25 dias após o semeio, em sacolinhas com mais de uma semente germinada. Nessa etapa, foi deixada como remanescente a plântula mais centralizada, com melhor formação e desenvolvimento. Periodicamente, ocorreram capinas de plantas invasoras no interior e ao redor da casa de vegetação, no intuito de evitar o transporte de sementes de plantas invasoras para as proximidades e no interior da casa de vegetação. Também ocorreram o combate e monitoramento das formigas cortadeiras no entorno da casa de vegetação.

No intuito de verificar a influência dos tratamentos no teor de clorofila das mudas, foram realizadas leituras do índice SPAD, aos 95 e 155 dias após o semeio, com auxílio de um medidor portátil SPAD-502. A mensuração em ambas as avaliações foi efetuada no período da manhã. Aos 95 dias após o semeio, a avaliação do índice SPAD foi feita nos mesmos folíolos da primeira folha a partir da base da planta (folha mais velha e comum para todas as parcelas) (SILVA et al., 2011). Aos 155 dias após o semeio foram feitas três leituras do índice SPAD. Após a obtenção dos valores, foi determinada a média representativa do índice SPAD, sempre no mesmo folíolo de

cada folha, conforme método de Galvão (2014). Para as medições, foi considerada a folha mais nova e totalmente expandida, partindo do ápice (PAIXÃO, 2018; PRIMO et al., 2014).

Ao final do experimento (155 dias após o semeio), foi selecionada uma planta em cada bloco, totalizando 3 plantas por tratamento. O critério adotado para a amostragem das mudas foi em relação à média das alturas e dos diâmetros do coleto. Para a análise de macronutrientes e micronutrientes, em cada muda, houve a separação de todas as folhas. A biomassa foliar selecionada foi inserida em saquinhos de papel com as devidas identificações para, em seguida, efetuar a secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C a 70 °C, até apresentar peso constante (cerca de 5 dias).

Após a secagem, a biomassa foi transportada para o Laboratório Agrônômico Labominas, no município de Manhuaçu (MG), a fim de realizar a análise química foliar. Foram determinados, nessa etapa, os macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco), conforme o método de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), segundo informações cedidas pelo laboratório.

Ao final do experimento (155 dias após o semeio), no intuito de caracterizar o substrato quanto ao efeito do polímero hidrorretentor na retenção de nutrientes, foram coletadas duas amostras para cada tratamento, referentes ao T1 (sp) e T2 (sp + gel). Essas duas amostras constituíram uma amostragem composta, para cada tratamento. Assim como a análise química foliar, essa etapa também foi realizada por serviços terceirizados, em laboratório devidamente especializado. Foram determinados, nessas análises, os seguintes atributos: matéria orgânica (M.O.), pH em água, magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H + Al), fósforo (P), potássio (K), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), enxofre (S), boro (B), carbono orgânico (C.O), soma de bases trocáveis (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC). Os atributos obtidos foram caracterizados conforme Prezotti e Martins (2013).

A fim de verificar o efeito do polímero hidrorretentor na retenção de água, foram obtidas as umidades volumétrica e gravimétrica do substrato, a partir do método proposto por Embrapa (2017). Foram coletadas duas amostras do substrato de cada tratamento que empregou a sacolinha plástica (T1 – sp e T2 – sp com gel), constituindo uma amostra composta para cada parcela. Essa amostra foi embalada e levada até o laboratório de Química do IFES – *campus* de Alegre. Imediatamente após

a pesagem do material úmido, as amostras foram inseridas em latas de alumínio com mesmo volume e transferidas para uma estufa à temperatura de 110 °C durante 24 horas. Após essa etapa, as mesmas foram retiradas e postas em dessecador para esfriar e efetuar nova pesagem. Nesse momento, também foi determinada a densidade do substrato, através do quociente entre a massa da amostra seca e o volume total da lata de alumínio, que apresentou formato cilíndrico e foi totalmente ocupada pelo substrato.

As médias foram processadas no software SISVAR, na versão 5.6. (FERREIRA, 2014), sendo, a princípio, verificadas pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Na ausência de distribuição normal, as médias foram transformadas através de raiz quadrada, conforme procedimento adotado por Caldeira et al. (2017) e recomendado por Vieira et al. (2018).

Em caso de distribuição normal, as médias, então, foram testadas e submetidas à análise de variância ANOVA, a 90% e 95% de probabilidade. A opção pela taxa de 90% de probabilidade ocorreu devido ao fato das mudas terem origem seminal, com diferenças genéticas e diferentes pontos de maturação da semente, proporcionando oscilações de crescimento entre as mudas (mudas muito ou pouco desenvolvidas). No entanto, para este experimento, a taxa de 90% de probabilidade foi a mais adequada para melhor expressar a diferença entre os tratamentos, sendo esta, então, a taxa escolhida para o processamento das médias. Os valores das umidades gravimétrica e volumétrica, bem como a densidade do substrato, foram submetidos ao teste de Tukey, a taxa de 90% de probabilidade.

Com a finalidade de verificar melhores respostas à influência das características empregadas nos tratamentos, também no mesmo software, foram obtidas comparações entre grupos de médias através de contrastes ortogonais, conforme descritos a seguir com as suas respectivas abreviações entre parênteses:

[C1 = 2 T1 – (T3 + T5)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com as sacolinhas plásticas, sem o uso do polímero hidrorretentor (TNT vs plástica);

[C2 = 2 T2 – (T4 + T6)] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT com polímero hidrorretentor (TNT gel vs plástica gel);

[C3 = T3 + T4 – T5 – T6] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em sacolinhas de TNT com e sem orifícios (com vs sem orifícios);

[C4 = T3 + T5 – T4 – T6] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em saquinhas de TNT com e sem polímero hidrorretentor (TNT com vs TNT sem gel);

[C5 = T1 – T2] – contraste estabelecido para comparar mudas produzidas em saquinhas plásticas com e sem polímero hidrorretentor (plástica sem gel vs plástica com gel).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao índice SPAD, o efeito dos tratamentos foi visto apenas aos 95 dias após o semeio (Tabelas 2IV e 3IV), para os contrastes C2 (plástica vs TNT gel) e C3 (sem vs com orifícios). Aos 155 dias após o semeio, não foi visto efeito significativo quanto ao índice SPAD, nos contrastes ortogonais aplicados.

Tabela 2IV – Índice SPAD de mudas de sete cascas, aos 95 e 155 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	Índice SPAD (95 dias após o semeio)	Índice SPAD (155 dias após o semeio)
T1 (sp)	40,5	43,7
T2 (sp + gel)	37,8	41,2
T3 (st)	38,5	39,4
T4 (st + gel)	40,4	45,8
T5 (st + 16 orif)	41,9	37,5
T6 (st + 16 orif + gel)	44,6	36,3
CV (%)	5,39	14,89

CV = coeficiente de variação. Fonte: o autor.

Tabela 3IV – Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados para o índice SPAD de mudas de sete cascas, aos 95 e 155 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	Índice SPAD (95 dias após o semeio)	Índice SPAD (155 dias após o semeio)
C1 (plástica vs TNT)	0,266 <sup>ns</sup>	5,225 <sup>ns</sup>
C2 (plástica vs TNT gel)	-4,692 <sup>*</sup>	0,205 <sup>ns</sup>
C3 (sem vs com orifícios)	-3,808 <sup>*</sup>	5,746 <sup>ns</sup>
C4 (TNT sem vs TNT com gel)	-2,292 <sup>ns</sup>	-2,583 <sup>ns</sup>
C5 (plástica sem gel vs plástica com gel)	2,666 <sup>ns</sup>	2,436 <sup>ns</sup>
CV (%)	5,39	14,89

CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>\*</sup> significativo por ANOVA a 10% de significância. Fonte: o autor.

O emprego de orifícios em T6 (st + 16 orif + gel) associado ao valor obtido para T3 (st) pode ter sido um fator condicionante na obtenção de significância para a sacolinha de TNT com gel, pois o hidrogel não surtiu efeito significativo ao comparar os tratamentos que empregaram a sacolinha de TNT, visto em C4 (TNT sem vs TNT com gel). Todavia, o efeito visto para T6 ao final das avaliações (155 dias após o semeio) se mostrou ausente, inclusive através das diferenças entre as médias aferidas pelos contrastes ortogonais. Por se tratar de um índice altamente relacionado com o teor de nitrogênio foliar, a concentração deste em tempo real na planta, vista em T6



(sp + 16 orif + gel), pode ter sido maior devido à ação do nitrogênio no rendimento da biomassa vegetal (GARRONE et al., 2016).

O polímero hidrorretentor, contudo, não foi capaz de proporcionar mudas com melhores valores SPAD, o que foi aferido através dos contrastes ortogonais, sobretudo quando se comparam os mesmos materiais. Esse índice, segundo Olaria et al. (2016), pode detectar diretamente a capacidade de produção de fotoassimilados e definir, indiretamente, o estado nutricional da muda, uma vez que grande parte do nitrogênio é assimilado à clorofila dos tecidos foliares.

No entanto, para a cutieira, não foi visto efeito do polímero hidrorretentor no potencial de produção de fotoassimilados, tendo em vista que o referido polímero tem como uma das funções reter e disponibilizar água e nutrientes ao vegetal. Tal fato contrapõe os estudos de Felipe et al. (2016), que observaram maiores valores SPAD nos tratamentos que tiveram a inserção deste polímero, na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. Em contrapartida, a sacolinha de TNT pode ser indicada para a produção de mudas com taxa fotossintética próxima às produzidas em sacolinhas plásticas, validando o seu uso em relação a esse índice.

Acerca dos macronutrientes e micronutrientes determinados pela análise química foliar, a aplicação dos contrastes ortogonais nas médias obtidas detectou que o efeito dos tratamentos foi ausente apenas para o C1 (plástica vs TNT) (Tabelas 4IV e 5IV), evidenciando que o material da sacolinha não foi capaz de afetar o estado nutricional das mudas de sete cascas. Destaca-se que foi observada significância em alguns dos resultados para os contrastes ortogonais C2 (plástica gel vs TNT gel), C3 (sem vs com orifícios) e C5 (plástica sem gel vs plástica com gel).

Tabela 4IV - Resultados dos atributos químicos determinados pela análise química foliar de mudas de sete cascas, aos 155 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamento	N (g/kg)	Ca (g/kg)	*Mg (g/kg)	P (g/kg)	*K (g/kg)	S (g/kg)
T1 (sp)	43,40	6,70	1,13	2,06	9,66	1,90
T2 (sp + gel)	37,56	8,86	1,50	2,33	13,20	1,80
T3 (st)	42,00	7,10	1,36	2,26	10,50	1,86
T4 (st + gel)	39,90	6,80	1,10	2,43	9,53	1,90
T5 (st + 16 orif)	43,63	5,23	1,10	2,36	9,73	1,80
T6 (st + 16 orif + gel)	41,53	8,20	1,40	2,30	9,90	1,76
CV (%)	4,12	17,85	11,97	13,09	8,15	8,64

Tratamento	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	*Mn (mg/kg)	*Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
T1 (sp)	4,86	396,56	39,40	14,80	26,46
T2 (sp + gel)	4,83	392,23	45,13	14,66	25,20
T3 (st)	4,06	529,46	44,73	14,80	28,92
T4 (st + gel)	3,60	424,66	45,26	13,83	26,60
T5 (st + 16 orif)	3,00	396,23	34,86	13,90	24,45
T6 (st + 16 orif + gel)	4,86	519,86	43,23	13,96	26,40
CV (%)	33,40	16,68	12,92	20,16	12,47

Métodos de extração: nitrogênio (N) – N total por digestão sulfúrica; boro (B) – incineração; cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. \* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. Fonte: o autor.

Tabela 5IV - Diferenças entre as médias de comparações dos contrastes ortogonais avaliados na análise química foliar de mudas de sete cascas, aos 155 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Contrastes	N (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	S (g/kg)
C1	0,58 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>
C2	-3,15 <sup>*</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>*</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	3,48 <sup>*</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
C3	-1,63 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>
C4	2,10 <sup>*</sup>	-1,33 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>*</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	**
C5	5,83 <sup>*</sup>	-2,16 <sup>*</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-3,53 <sup>*</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
CV (%)	4,12	17,85	11,97	13,09	8,15	8,64

Contrastes	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
C1	1,33 <sup>ns</sup>	-66,28 <sup>ns</sup>	-0,40 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>
C2	0,60 <sup>ns</sup>	-80,03 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	-1,30 <sup>ns</sup>
C3	-0,10 <sup>ns</sup>	19,01 <sup>ns</sup>	5,95 <sup>*</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	2,33 <sup>ns</sup>
C4	-0,70 <sup>ns</sup>	-9,41 <sup>ns</sup>	-4,45 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
C5	0,03 <sup>ns</sup>	4,33 <sup>ns</sup>	-5,73 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>
CV (%)	33,40	16,68	12,92	20,16	12,47

Métodos de extração: nitrogênio (N) – N total por digestão sulfúrica; boro (B) – incineração; cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) – digestão nitroperclórica. CV = coeficiente de variação. \* significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. \*\* erro no processamento do contraste (soma de quadrados negativos). C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel.

Fonte: o autor.

O nitrogênio foi o nutriente foliar mais afetado pela diferença entre os tratamentos. Referente ao polímero hidrorretentor, a sua utilização resultou na

obtenção de menores médias para T2 (sp + gel), em comparação com T1 (sp), visto no contraste ortogonal C5 (plástica sem gel vs plástica com gel). Tal observação, atrelada com o índice SPAD, constatam a ineficácia do polímero hidrorretentor para a sete cascas, em termos de produção de fotoassimilados. O presente estudo contrapõe com o que vários autores obtiveram. Felipe et al. (2016) detectaram melhor taxa fotossintética em mudas de eucalipto que contaram com o uso do gel. Essa constatação procede, segundo os mesmos autores, pelo fato de haver maiores teores de nitrogênio nas plantas com o polímero, uma vez que o referido macronutriente está diretamente associado à fotossíntese. Uma das formas principais da perda de nitrogênio disponível às plantas se trata da lixiviação do nitrato, que é afetada por fatores determinantes do fluxo de água no substrato (SANGOI et al., 2003).

Para o cálcio e potássio, o efeito do polímero hidrorretentor foi significativo ao comparar os tratamentos que empregaram a sacolinha plástica. Abraão (2020) observou, em sua pesquisa, que o polímero hidrorretentor pode ter favorecido a retenção de potássio e cálcio, provavelmente em decorrência da queda da lixiviação destes macronutrientes, especialmente o potássio, que é um dos mais problemáticos em relação à lixiviação, favorecendo um maior desequilíbrio entre o potássio e nitrogênio. Em contrapartida, a lixiviação do cálcio no solo não é tão intensa, pois esse macronutriente é mais fortemente adsorvido em comparação com o potássio (MAGGI et al., 2011) e a sua liberação foi lenta, quando aplicado na composição do substrato no presente estudo.

O polímero hidrorretentor, ao comparar sacolinhas de materiais diferentes (C2 – plástica vs TNT gel), contribuiu para a obtenção de médias maiores para os atributos nitrogênio, magnésio e potássio. A sacolinha plástica favoreceu a retenção de Mg e K, o que pode ser aferido pela aplicação como fertilizante de liberação lenta na composição do substrato. Outra questão relevante é a presença de poros na sacolinha de TNT, possibilitando a lixiviação de nutrientes, como o potássio que, conforme mencionado, pode ser facilmente lixiviado. Esse fenômeno de remoção de água e nutrientes do substrato também foi visto para tubete biodegradável, que proporcionou desenvolvimento significativamente menor à planta, em comparação com o saquinho plástico (FERRAZ; CEREDA; IATAURO, 2015). Tal fato evidencia o maior efeito do polímero hidrorretentor quando aplicado na sacolinha plástica, em relação à sacolinha de TNT.

Em contrapartida, a sacolinha de TNT com polímero hidrorretentor favoreceu a

assimilação de N, conforme visto no C2 (plástica vs TNT gel). Essa constatação pode induzir a uma melhor produção de biomassa em mudas produzidas com a sacolinha de TNT. Tendo em vista a importância desse macronutriente para a planta, de forma geral e, em termos nutricionais, as mudas de sete cascas produzidas com o TNT apresentaram ótimos resultados.

Guerra et al. (2017) observaram que a elevada permeabilidade de um recipiente biodegradável (à base de bucha vegetal) poderia lixiviar os nutrientes e reduzir os teores destes para as mudas, o que influi na obtenção de mudas com menor qualidade. Dessa forma, perante a outros materiais biodegradáveis já pesquisados, o TNT foi capaz de proporcionar mudas com estado nutricional igual ao das produzidas em sacolas plásticas. A presença de orifícios na sacolinha de TNT não afetou o estado nutricional das plantas, considerando que, com exceção do manganês, não foi vista significância para os demais atributos foliares.

Referente às relações entre os atributos químicos foliares, as diferenças das médias das relações entre os atributos químicos foram significativas, principalmente, para C2 (plástica vs TNT gel), C4 (TNT sem vs TNT com gel) e C5 (plástica sem gel vs plástica com gel) (Tabelas 6IV e 7IV).

Tabela 6IV - Médias obtidas para as relações entre os atributos químicos determinados pela análise foliar de mudas de sete cascas, aos 155 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Trat.	N/K	N/Ca*	N/S	P/K*	P/S	P/Zn	
T1	4,60	6,92	22,92	0,22	1,10	0,15	
T2	2,84	4,30	20,91	0,17	1,29	0,16	
T3	4,00	5,93	22,51	0,21	1,21	0,15	
T4	4,22	5,91	21,02	0,26	1,28	0,17	
T5	4,49	8,62	24,44	0,24	1,32	0,17	
T6	4,19	5,07	23,68	0,23	1,32	0,16	
CV (%)	11,48	23,65	8,60	19,05	14,50	21,82	
Trat.	K/Ca	K/Mg	K/Mn	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Mn*	Fe/Mn
T1	1,52	8,49	0,25	5,90	0,25	0,17	10,18
T2	1,51	9,20	0,29	6,03	0,35	0,19	8,82
T3	1,48	7,76	0,23	5,23	0,24	0,16	11,84
T4	1,40	8,68	0,21	6,18	0,26	0,15	9,37
T5	1,90	8,86	0,28	4,72	0,21	0,15	11,74
T6	1,21	7,10	0,23	5,89	0,31	0,19	12,04
CV (%)	16,15	8,18	12,01	15,26	22,33	17,05	20,91

Trat. = tratamentos. CV = coeficiente de variação. T1 = sp; T2 = sp + gel; T3 = st; T4 = st + gel; T5 = st + 16 orif; T6 = st + 16 orif + gel. \* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk.

Fonte: o autor.

Tabela 7IV - Diferenças das médias de comparações dos contrastes ortogonais, para as relações entre os atributos químicos determinados pela análise foliar de mudas de sete cascas, aos 155 dias após o semeio, produzidas em sacolinhas plásticas e de TNT, com e sem o uso do hidrogel, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Cont.	N/K	N/Ca	N/S	P/K	P/S	P/Zn	
C1	0,35 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	-0,55 <sup>ns</sup>	-0,006 <sup>ns</sup>	-0,165 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	
C2	-1,36 <sup>*</sup>	-1,18 <sup>ns</sup>	-1,44 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>*</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	
C3	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,92 <sup>ns</sup>	-2,29 <sup>*</sup>	**	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,002 <sup>ns</sup>	
C4	0,04 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>*</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	-0,016 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,005 <sup>ns</sup>	
C5	1,75 <sup>ns</sup>	2,61 <sup>*</sup>	2,01 <sup>ns</sup>	0,046 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,013 <sup>ns</sup>	
CV (%)	11,48	23,65	8,60	19,05	14,50	21,82	
Cont.	K/Ca	K/Mg	K/Mn	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Mn	Fe/Mn
C1	-0,17 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>ns</sup>	-0,008 <sup>ns</sup>	0,925 <sup>ns</sup>	0,018 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	-1,607 <sup>ns</sup>
C2	0,21 <sup>ns</sup>	1,313 <sup>*</sup>	0,077 <sup>*</sup>	-0,005 <sup>ns</sup>	0,067 <sup>ns</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	-1,888 <sup>ns</sup>
C3	-0,11 <sup>ns</sup>	0,245 <sup>ns</sup>	-0,035 <sup>*</sup>	0,400 <sup>ns</sup>	-0,012 <sup>ns</sup>	-0,015 <sup>ns</sup>	-1,282 <sup>ns</sup>
C4	0,38 <sup>*</sup>	0,418 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>*</sup>	-1,060 <sup>*</sup>	-0,058 <sup>ns</sup>	-0,018 <sup>ns</sup>	1,085 <sup>ns</sup>
C5	0,006 <sup>ns</sup>	-0,710 <sup>ns</sup>	-0,047 <sup>*</sup>	-0,130 <sup>ns</sup>	-0,107 <sup>*</sup>	-0,026 <sup>ns</sup>	1,367 <sup>ns</sup>
CV (%)	16,15	8,18	12,01	15,26	22,33	17,05	20,91

Cont = contrastes. CV = coeficiente de variação. \* significativo por ANOVA a 10% de significância. <sup>ns</sup> = não significativo por ANOVA a 10% de significância. \*\* erro no processamento do contraste (somadas de quadrados negativas). C1 = plástica vs TNT; C2 = plástica gel vs TNT gel; C3 = sem vs com orifícios; C4 = TNT sem vs TNT com gel; C5 = plástica sem gel vs plástica com gel.

Fonte: o autor.

Acerca da relação N/K, o valor significativo foi visto no C2 (plástica vs TNT gel), o que indica efeito do material da sacolinha (no caso, do TNT) no equilíbrio entre esses macronutrientes. A relação N/K determina o equilíbrio entre os processos vegetativo e reprodutivo, pois o potássio contribui na regulação do crescimento quando a presença de nitrogênio é alta (LEAL et al., 2013). A sacolinha de TNT com gel, nesse caso, favoreceu a assimilação de N por parte das mudas, em detrimento ao K. Essa mesma situação ocorreu na relação P/K, em que o contraste C2 (plástica vs TNT) constatou menor assimilação de P, em comparação com K. Isso indica que provavelmente tenha havido maior lixiviação de K na sacolinha plástica com polímero hidro retentor, em detrimento ao N e P.

Rosolem et al. (2006) abordam que a lixiviação de K depende, principalmente, do seu teor presente na solução e do volume de água lixiviado. Ainda segundo Rosolem et al. (2006), dentre os fatores que afetam a concentração de K na solução do solo ou substrato, sobressaem-se a CTC e a força de adsorção do referido macronutriente no meio. Ressalta-se, assim, que o polímero hidrorretentor não foi capaz de, provavelmente, minimizar a lixiviação de K no substrato.

Ao considerar as médias e os contrastes ortogonais aplicados, a maior discrepância entre as relações foi vista para K/Mn. Ou seja, houve maior desequilíbrio nos teores de K e Mn entre os tratamentos aplicados. No entanto, as médias obtidas

para o Mn não diferiram entre os tratamentos, indicando que houve efeito significativo do potássio na obtenção de significância nas médias e nos contrastes ortogonais para K/Mn.

Se os teores de K forem muito altos, poderão desencadear danos no crescimento e na produção da planta devido à intensificação do efeito de diluição dos demais nutrientes (ROSOLEM, 2005). Isso também indica que o aumento de K acarreta queda dos níveis de Ca e Mg nos vegetais (SILVA; TREVIZAM, 2015). Marschner (2012) reitera a inibição competitiva entre os íons supracitados, pois o aumento de  $K^{2+}$  e  $Ca^{2+}$  frequentemente induz a deficiência de  $Mg^{2+}$  nas plantas. Tais fatos podem explicar a significância nos contrastes C2 (plástica gel vs TNT gel) e C4 (TNT sem vs TNT com gel), indicando um efeito favorável do polímero hidrorretentor na maior retenção de K na sacolinha plástica, mas desfavorável para esse fim na sacolinha de TNT.

A respeito dos atributos químicos do substrato, não foi visto efeito significativo do polímero hidrorretentor na retenção de macronutrientes e micronutrientes, visto na classificação dos resultados obtidos (Tabela 8IV).

Tabela 8IV - Resultados dos atributos químicos determinados pela análise do substrato oriundos de T1 (sp) e T2 (sp + gel), na produção de mudas de sete cascas, aos 155 dias após o semeio, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Atributo	T1 (sp)	Classificação (T1) (PREZZOTTI; MARTINS, 2013)	T2 (sp + gel)	Classificação (T2) (PREZZOTTI; MARTINS, 2013)
MO (dag/dm <sup>3</sup> )	1,6	Médio	1,8	Médio
pH em água	6,5	Bom	6,4	Bom
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,0	Alto	1,2	Alto
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,0	Baixo	0,0	Baixo
H + Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,2	Baixo	1,3	Baixo
P (mg/dm <sup>3</sup> )	221,1	Muito alto	214,3	Muito alto
K (mg/dm <sup>3</sup> )	126	Médio	84	Médio
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,7	Baixo	1,0	Médio
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	101	Alto	98	Alto
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	29,1	Alto	29,7	Alto
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	6,8	Alto	6,8	Alto
S (mg/dm <sup>3</sup> )	35	Alto	35	Alto
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,2	Baixo	0,2	Baixo
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	6,22	Alto	4,11	Médio
CTC (cmolc/dm <sup>3</sup> )	7,42	Médio	5,41	Médio
V (%)	84	Alto	76	Alto
% de K na CTC	4	--	4	--
% de Ca na CTC	53	--	50	--
% de Mg na CTC	27	--	22	--
% de acidez potencial na CTC	16	--	24	--

MO = matéria orgânica; Mg = magnésio; Al = alumínio; H + Al = acidez potencial; P = fósforo; K = potássio; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Zn = zinco; S = enxofre; B = boro; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação de bases. Determinações: P, K, Zn, Mn, Cu e Fe = Mehlich-1; pH = água (relação 1:2,5); H + Al = acetato de cálcio; S = fosfato monocálcico ácido acético; B = água quente. Fonte: Prezzotti e Martins (2013); dados do Laboratório Agrônomo LABOMINAS.

O que também podem ter induzido à visualização da não significância de efeito do polímero hidrorretentor nos atributos químicos do substrato são os fatores internos e externos que afetam a absorção de nutrientes, como o potencial genético de cada planta e a atividade metabólica (PES; ARENHARDT, 2015). A variabilidade genética existente entre indivíduos da mesma espécie pode ter influenciado na disponibilidade de nutrientes no substrato e, conseqüentemente, afetado a visualização do efeito do polímero hidrorretentor. Os baixos teores vistos para o B, um importante micronutriente para a planta, podem estar associados ao pH do solo, que foi quase acima de 6,5. Valores acima do referido indicam menor disponibilidade de B para as plantas (PES; ARENHARDT, 2015), o que pode justificar os baixos teores desse macronutriente para ambos os tratamentos.

Por outro lado, nota-se que o polímero hidrorretentor não contribuiu para a toxicidade das mudas de sete cascas, visto na ausência de Al e na baixa acidez

potencial. O principal efeito desse elemento químico se manifesta nas raízes, resultando em menor crescimento e engrossamento das raízes, o que interferirá na assimilação e no transporte de água e nutrientes (PES; ARENHARDT, 2015). Já o efeito do polímero hidrorretentor, em comparação com a sua ausência vista em T1 (sp), foi visto apenas para o cobre, embora não a ponto de viabilizar o referido polímero na produção de mudas de sete cascas. Pes e Arenhardt (2015) enfatizam que o cobre atua na ativação de enzimas envolvidas em diversos processos fisiológicos da planta, como a fotossíntese e respiração, além de aumentar a resistência do vegetal às doenças.

Acerca da umidade do substrato em T1 (sp) e T2 (sp + gel), o efeito do polímero hidrorretentor foi insatisfatório, proporcionando percentuais de umidade inferiores aos vistos com a ausência do referido polímero (Tabela 9IV). As densidades obtidas entre os tratamentos supracitados foram estatisticamente iguais, evidenciando a ausência de efeito do polímero hidrorretentor nesse atributo físico.

Tabela 9IV - Médias obtidas para as umidades gravimétrica e volumétrica e densidade do substrato, na produção de mudas de sete cascas, em casa de vegetação no distrito de Rive, Alegre, ES

Tratamentos	* Umidade gravimétrica (kg/kg)	Umidade volumétrica (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
T1 (sp)	31,82 a	40,36 a	1,2691 a
T2 (sp + gel)	29,49 b	37,62 b	1,3211 a
CV (%)	0,05	2,25	2,24

\* Médias transformadas via raiz quadrada, após a verificação de ausência de distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. CV = coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 10% de significância. Fonte: o autor.

Tais resultados contradizem com o que vários autores afirmam em relação à capacidade de retenção de água do polímero hidrorretentor. Klein et al. (2002), ao avaliar a retenção de água pelo polímero hidrorretentor, observaram que, na capacidade de recipiente, o polímero apresentou uma retenção de água de 5408%. Para espécies de eucalipto, autores relatam diversas controvérsias sobre os reais benefícios do polímero hidrorretentor. Saad, Lopes e Santos (2009) viram que o uso do hidrogel não resultou em aumento de sobrevivência de *Eucalyptus urograndis*. Oliveira e Dal Bem (2019) concluíram que o uso do hidrogel favorece o crescimento inicial do eucalipto, aumentando a eficiência no armazenamento e absorção de água e beneficiando as propriedades físicas e químicas do solo. No entanto, para as mudas de sete cascas, não foram vistos esses benefícios. Tal constatação corrobora com Werneck (2011), que não observou vantagens da utilização do polímero hidrorretentor



na sobrevivência de mudas de sete cascas.

Assim como na retenção de nutrientes no substrato, a possível degradação do polímero hidrorretentor durante a produção das mudas de sete cascas pode ter sido um empecilho para a sua ineficácia na retenção de água (AZEVEDO et al., 2002). Essa degradação pode ter afetado a retenção de água e nutrientes na produção de mudas de sete cascas, o que pode estar atrelada à adubação e aos nutrientes do substrato.

Outra questão importante é que substratos argilosos, como os do presente estudo, permitem maior retenção de água no solo mesmo sem a aplicação do hidrogel, podendo ter resultados similares. Os efeitos da utilização do polímero são mais expressivos para substratos arenosos (MENDONÇA; QUERIDO; SOUZA, 2015). Considerando que foram empregadas as mesmas proporções de terra de subsolo peneirada e areia, o efeito do polímero hidrorretentor pode ter sido prejudicado por conta da maior retenção de água acarretada pela presença de argila.

A ausência de efeito significativo do polímero hidrorretentor na retenção de água vista neste trabalho também pode ser justificada pelo fato de alguns fatores atuarem diretamente no desempenho do polímero. Como exemplos, podem ser mencionados a disponibilidade de água e a resistência física que o meio proporciona à expansão do polímero (FELIPPE, 2017), podendo afetar a sua eficiência na retenção de água (REZENDE, 2001). O potencial de retenção de água pelo polímero hidrorretentor pode ser afetado por diferentes motivos, como sua composição física e química, granulometria das partículas, propriedades físicas do meio (solo ou substrato), e presença de sais solúveis no meio (HAN et al., 2013). A ausência de efeito do polímero hidrorretentor na retenção de água e nutrientes no substrato e a pouca influência deste na assimilação de nutrientes nos tecidos da espécie trabalhada dispensam o seu uso na produção de mudas de sete cascas.

#### **4. CONCLUSÃO**

O polímero hidrorretentor não surtiu efeito para a maior retenção e absorção de água e nutrientes para a produção de mudas de sete cascas.

A sacolinha de TNT sem orifícios apresenta bom potencial na produção de mudas.

A porosidade da sacolinha de TNT não afeta a assimilação de nutrientes pelas mudas.

## REFERÊNCIAS

ABRAÃO, P. C. **Hidrogéis nos teores nutricionais e caracteres agrônômicos da cultura da soja em um latossolo vermelho**. 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2020.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FRIZZONE, A. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.

BIANCO, M. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; DE CARVALHO, L. B. Nutritional status of the cauliflower cultivar 'verona' grown with omission of out added macronutrients. **PLOS ONE**, v. 10, n. 4, p. e0123500, 2015.

BORELLI, A. B. **Aplicação de polímero hidroretentor na cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial**. 2016. 51 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

CALDEIRA, M. V. W.; MOREIRA, F. L.; GONÇALVES, E. de O.; CAMPANHARO, I. F.; CASTRO, K. C. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas de *Bixa arborea* Huber. e *Joannesia princeps* Vell. em área de restauração florestal. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 305-317, 2017.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 574 p.

FAN, R.; LUO, J.; YAN, S.; ZHOU, Y.; ZHANG, Z. Effects of biochar and super absorbent polymer on substrate properties and water spinach growth. **Pedosphere**, v. 25, n. 5, p. 737-748, 2015.

FELIPPE, D. **Trocas gasosas, crescimento e sobrevivência de mudas de *Eucalyptus* spp. sob a influência do hidrogel e frequências de irrigação**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; FRIGOTTO, T.; ALBUQUERQUE, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215-225, 2016.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for it's bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 38, n.2, p. 109-112, 2014.

FREITAS, J. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de.; ABREU, E. C de F.; ALMEIDA, A. E. da S. Fotodegradação de hidrogel de poli(acrilamida) na presença de substâncias químicas para o uso na agricultura. **Matéria**, v. 24, n. 3, p. 1-8, 2019.

GALVÃO, S. F. **Efeitos do nevoeiro ácido em folhas de *Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae)**: avaliações morfoanatômicas, fisiológicas e químicas. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

GARRONE, R. F.; CAMPOS, A. G. de.; SILVEIRA, C. P.; LAVRES JUNIOR, J. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-mansão. **Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 22-31, 2016.

GATTI, L. A. P. **Recipientes alternativos para a produção de mudas de *Euterpe oleracea***. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

GIACHINI, R. M.; LOBO, F. de A.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e.; ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 75-80, 2010.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, n. 15, p. 1-23, 1995.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

HAN, Y.; YU, X.; YANG, P.; LI, B.; XU, L.; WANG, C. Dynamic study on water diffusivity of soil with super-absorbent polymer application. **Environmental Earth Sciences**, v. 69, n. 1, p. 289-296, 2013.

KLEIN, V. A.; DIAS, S. T.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A. Quantificação da retenção de água por polímero hidrorretentor. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 77.

LEAL, F. R. R. **Concentrações de nitrogênio e de potássio na solução nutritiva para a produção do tomateiro**. 2013. 49 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

LOPES, J. L. W.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; ANGÉLICO, T. dos S. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MAGGI, C. F.; FREITAS, P. S. L. de.; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de

nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 170-177, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. Austrália: Elsevier, 2012. 651 p.

MENDONÇA, T. G.; QUERIDO, D. C. M.; SOUZA, C. F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 4, p. 239-245, 2015.

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de.; AZEVEDO, G. T. de O. S.; SOUZA, A. M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 107-116, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, Á. L. P.; PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467–476, 2015.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; REINIGER, L. R. S.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G.; PEREIRA, M. de O. Initial growth of seedlings of *Eucalyptus dunnii* Maiden as influenced by the addition of natural polymer and farming substrates. **Revista Árvore**, v. 40, n. 4, p. 627-637, 2016.

OLARIA, M.; NEBOT, J. F.; MOLINA, H.; TRONCHO, P.; LAPEÑA, L.; LLORENS, E. Effect of different substrates for organic agriculture in seedling development of traditional species of Solanaceae. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 1, 2016.

OLIVEIRA, C. C. de.; DAL BEM, E. A. Crescimento inicial das mudas de Eucalyptus em função do uso de hidrogel. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 6, p. 76-82, 2019.

OLIVEIRA, L. M. de.; BRUNO, R. de L. A.; ALVES, E. U.; SOUSA, D. M. M.; ANDRADE, A. P. de. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Bentham - (Leguminosae- Mimosoideae). **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 433-440, 2012.

PAIXÃO, J. S. **Assimilação fotossintética do carbono, respiração foliar e crescimento de dois genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) contrastantes para o teor de clorofila no limbo da folha**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2018.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia vegetal**. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2015. 81 p.

POUBEL, M. E. **Uso de recipiente de tecido não tecido (TNT) na produção de mudas de goiaba (*Psidium guajava* L.) – Myrtaceae.** 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade) – Instituto Federal do Espírito Santo, Ibatiba, 2018.

PREZZOTTI, L. C.; MARTINS, A. G. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar.** Vitória: INCAPER, 2013. 104 p.

PRIMO, A. A.; MELO, M. D.; VIEIRA, L. V.; FEITOSA, T. S.; SOUZA, I. M. de.; PEREIRA, G. de A. C.; GUEDES, F. L.; SOUZA, H. A. de. Teores de clorofila e índice SPAD em folhas de mudas de gliricídia em função da aplicação de diferentes doses de composto orgânico oriundo de resíduos de pequenos ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SNPA / UFRB, 2014. p. 437-439.

REZENDE, L. S. **Efeito da incorporação de polímeros hidroabsorventes na retenção de água de dois solos.** 2001. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

ROSOLEM, C. A. Interpretação dos teores de bases trocáveis do solo. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. A. (Ed). **Interpretação de análise química do solo e planta para fins de adubação.** Botucatu: FEPAF, 2005. p. 97-128.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. dos. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da ureia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 65-70, 2003.

SANTOS JUNIOR, R. N.; SILVA, A. G. da. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J. W. Grimes. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 971-979, 2020.

SANTOS, G. A.; SANTOS, A. P. dos.; KORNDÖRFER, G. H. Sistema por infravermelho próximo (NIR) para análises de nitrogênio foliar. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 83-90, 2012.

SILVA, M. C. de C.; COELHO, F. S.; BRAUN, H.; FONTES, P. C. R. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 971-977, 2011.

SILVA, M. L. de S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações Agrônômicas**, n. 49, p. 10-16, 2015.

TERTULIANO, L. A. **Adubação e substratos na produção de mudas de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard.** 2021. 57 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2021.

VIEIRA, R. D.; BIANCHINI, J. P. E.; VIEIRA, W. D.; SILVA, P. M.; VASCONCELOS, R. S.; SANTOS, W. B. R.; RIBEIRO, J. C. Pressuposições e a análise de variância de experimentos agropecuários em software livre. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 6, p. 51-55, 2018.

WERNECK, L. G. **Uso de um polímero hidrorretentor, em condições de campo, no plantio de árvores nativas na ecorregião da Mata Atlântica Estacional de Tabuleiros do norte fluminense**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal Fuminense, Campos dos Goytacazes, 2011.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

A sacolinha de TNT é recomendada para a produção de mudas de cutieira e sete cascas. A aplicação do polímero hidrorretentor para a cutieira na fase de muda é recomendada apenas para as sacolinhas plásticas, mas o seu emprego, em relação a características morfológicas, não apresenta efeito significativo a partir do plantio das mudas em campo.

Em relação ao crescimento e à disponibilidade de nutrientes foliares, o polímero hidrorretentor não acarretou efeito significativo para as mudas de sete cascas. A respeito da produção de mudas de sete cascas, a sacolinha de TNT foi válida, sem prejudicar a absorção de nutrientes, embora seu uso não tenha favorecido a assimilação de nutrientes pelas mudas de cutieira, provavelmente devido à elevada porosidade. Já o polímero hidrorretentor, por contribuir significativamente na retenção de alguns nutrientes, pode ser indicado no plantio da cutieira.