

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

GABRIELA PEDRINI REZENDE

BIOSSÓLIDO E CASCA DE OVO NO SUBSTRATO PARA MUDAS DE
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2020

GABRIELA PEDRINI REZENDE

BIOSSÓLIDO E CASCA DE OVO NO SUBSTRATO PARA MUDAS DE
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos

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

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2020

GABRIELA PEDRINI REZENDE

BIOSSÓLIDO E CASCA DE OVO NO SUBSTRATO PARA MUDAS DE
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos

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

Aprovada em: 19 de novembro de 2020

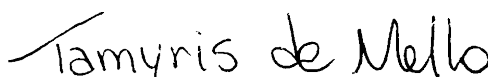
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Elzimar de Oliveira Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Msc.^a Elbya Leão Gibson
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora



Msc.^a Tamyris de Mello
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Dedico a Deus, a minha filha Sophia, e a minha família...

Com todo amor e carinho!

*“Somos o que repetidamente
fazemos. A excelência,
portanto, não é um feito, mas
um hábito”*

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre abençoar e guiar os meus passos, para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus pais, Mariza Pedrini e José Carlos Rezende, por não medirem esforços e sempre me ajudarem no decorrer do caminho.

Agradeço de todo o coração a minha filha, Sophia, que foi e é o meu porto seguro. Te agradeço meu amor, por todos os abraços quando eu estava triste e por todos os sorrisos compartilhados nessa caminhada, nos duas sabemos mais que ninguém o quanto foi difícil, porém, você sempre foi o motivo da minha força e a responsável de eu ter chegado até aqui.

Aos meus avós, Maria Zilda, Pedro, Luzia (In Memoriam) e Lucas, por sempre me incentivarem e se fazerem presentes mesmo distantes. A minha irmã Luana, que sempre me motivou e me ajudou nos momentos em que precisei.

A creche “Teotônio Barbosa”, a diretora e todas as professoras que a Sophia teve no decorrer desses anos, Flavia, Lúcia, Lucélia, Eucilene, Mônica, Maria do Carmo e Sônia, sem vocês seria impossível realizar esse sonho. Agradeço também as babás que a Sophia teve durante essa caminhada, Giovanna e em especial a Zely que sempre cuidou tão bem da minha pequena como se fosse sua filha.

A turma 2015/1, em especial a Jessica, por tantos momentos juntas e toda sua paciência com a Sophia. A minha turma do coração 2016/1, (Laís, Lara, Lunalda, Joana, Lucas, Millena) obrigado por todo acolhimento, paciência e compreensão, tenham certeza que vou levar cada um de vocês no meu coração. Agradeço ao Otávio, por toda a ajuda no Viveiro Florestal. Ao Restaurante Universitário, pela doação das cascas de ovo.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte dessa trajetória, em especial a professora Elzimar, por aceitar ser a minha orientadora, pela sua atenção, seus ensinamentos e dedicação durante todos esses anos. Agradeço a Elbya e a Tamyris por terem aceitado participar da banca examinadora.

A minha eterna gratidão a todos vocês!!!

RESUMO

A intensa exploração na Mata atlântica e no Cerrado devido a ciclos econômicos, pecuária e o aumento da ocupação territorial, contribuiu para a devastação florestal. Com isso, houve aumento na demanda de mudas de espécies nativas para recuperar essas áreas. O *Handroanthus chrysotrichus* tem destaque pelo seu valor ornamental, econômico e valor medicinal, isso justifica sua crescente necessidade de produção de mudas. Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência do uso de bio-sólido em conjunto com diferentes doses de farinha de casca de ovo galinácea na composição de substratos para produção de mudas de ipê amarelo. O experimento foi realizado no Viveiro Florestal Universitário, localizado no município de Jerônimo Monteiro. Foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 4, com três proporções de farinha de casca de ovo (0,5%, 1% e 2%) e quatro proporções crescentes de bio-sólido (1, 2, 4 e 8%), que foram feitas em relação ao tubete de volume de 280 cm³. Cada tratamento possuía 4 repetições, com unidades amostrais constituídas por 16 mudas. Aos 150 dias após a semeadura avaliou-se os parâmetros morfológicos: sobrevivência (S; %), altura da parte aérea (H; cm), diâmetro do coleto (DC; mm), número de folhas (NF), volume da raiz (VR; cm³), comprimento da maior raiz (CR; cm), massa seca da parte aérea (MSPA; g), massa seca das raízes (MSR; g), massa seca total (MST; g) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD); e o parâmetro fisiológico: teor de clorofila (TC; µg.cm⁻²). A sobrevivência das mudas de *H. chrysotrichus* aos 150 dias após a semeadura foi 100% em todos os tratamentos. Houve diferença significativa para o fator bio-sólido e da casca de ovo, de maneira individual para as variáveis TC, VR, MSR e IQD. Baseado no IQD, as mudas de *H. chrysotrichus* de melhor qualidade, foram obtidas com as doses de 8% de bio-sólido e 0,5% de doses de casca de ovo. O bio-sólido e a casca de ovo contribuíram para que o ciclo de produção da muda de *H. chrysotrichus* estivesse completo em 5 meses.

Palavras-chave: produção de mudas; resíduos sólidos; silvicultura.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS	ix
1 INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivo Específico	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos.....	13
2.2 Qualidade na produção de mudas de espécies florestais	15
2.3 Importância do biossólido na produção de mudas	16
2.4 A casca de ovo galináceo como resíduo sólido renovável	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Caracterização do local.....	21
3.2 Origem das sementes do <i>H. chrysotrichus</i>	21
3.3 Caracterização do biossólido e substrato.....	22
3.4 Caracterização das cascas de ovos.....	24
3.5 Tratamentos e delineamento experimental	25
3.6 Semeadura e condução do experimento.....	27
3.7 Parâmetros avaliados.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Sobrevivência e altura das mudas de ipê-amarelo com 45, 60, 90 e 150 dias	32
4.2 Análise dos parâmetros morfológicos e fisiológicos	34
4.3 Análise foliar.....	42
5 CONCLUSÕES	47
6 REFERÊNCIAS	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fotos do <i>H. chrysotrichus</i> , sendo (A) indivíduo adulto; (B) floração do ipê amarelo e (C) floração no chão formando um tapete amarelo, conferindo um belíssimo contraste ao ambiente. Fonte: autora.....	13
Figura 2 - Distribuição geográfica da ocorrência natural do <i>H. chrysotrichus</i> no Brasil.	14
Figura 3 - Matrizes da quais foram coletadas as sementes, localizadas na área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo em Jerônimo Monteiro. Fonte: adaptado Google Maps Autora.....	22
Figura 4 - Esquema demonstrando os passos para a transformação da casca de ovo em farinha.	24
Figura 5 - Esquema de como foi distribuído a composição dos substratos nos seus respectivos tratamentos. Fonte: Autora.....	26
Figura 6 - Estrutura para montagem do experimento com telado de sombreamento 50% (A) e tubete com 3 sementes, totalizando 2.304 sementes para a realização do projeto (B). Fonte: Autora.	28
Figura 7 - Esquema representando a bandeja com os tubetes e posterior espaçamento, onde a cor verde representa os tubetes que foram semeados, a cor branca representa as células vazias, e em vermelho, tubetes selecionados para serem avaliadas após 150 dias de plantio. Fonte: autora.	28
Figura 8 - Desenvolvimento das mudas até obterem 150 dias após o plantio. Barra em branco: 2,0 cm. Fonte: autora.	29
Figura 9 - Esquema para identificar o volume da raiz, onde: (A) torrão aos 150 dias; (B) muda de <i>H. chrysotrichus</i> com o sistema radicular lavado; (C) sistema radicular separado da parte aérea; e (D) imersão de sistema radicular em proveta para aferição do volume da raiz. Barra em branco: 2,0 cm. Fonte: autora.....	30
Figura 10 - Superfície de resposta para o modelo de crescimento na altura do <i>H. chrysotrichus</i> com 90 dias (A); e 150 dias (B). Pontos em azul: dados observados.	33
Figura 11 - Médias referentes à altura-cm (A), diâmetro do coleto-mm (B), teor de clorofila- $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ (C), volume da raiz- cm^3 (D), das mudas de <i>H. chrysotrichus</i> produzidas em diferentes doses de casca de ovo e diferentes doses de biossólido, aos 150 dias após a semeadura.	36

Figura 12 - Médias referentes ao número de folhas (A), massa seca da raiz-g (B), massa seca da parte aérea-g (C), massa seca total-g (D) e índice de qualidade de Dickson – IQD (E) de mudas de *H. chrysotrichus* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias após a semeadura.40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites máximos da concentração das substâncias inorgânicas gerados através dos lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, estabelecidos pelo CONAMA 375/2006.....	17
Tabela 2 - Classes de lodo de esgoto ou produto derivado de acordo com a concentração dos agentes patogênicos.	18
Tabela 3 - Composição química da casca do ovo.	19
Tabela 4 - Caracterização do biossólido da Estação de Tratamento de Esgoto da Empresa BRK Ambiental, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim-ES.	23
Tabela 5 - Caracterização físico-química do substrato Tropstrato®.....	23
Tabela 6 - Tratamentos com suas respectivas proporções crescentes de biossólido e doses de casca de ovo em função do tamanho do tubete.	25
Tabela 7 - Doses de biossólido em gramas e sua respectiva conversão para porcentagem.	26
Tabela 8 - Doses de pó de casca de ovo em gramas e sua respectiva conversão para porcentagem.	27
Tabela 9 - Quadrado médio das variáveis morfológicas e fisiológica avaliadas, H: altura da parte aérea (cm); DC: diâmetro do coleto (mm); CR: comprimento da maior raiz (cm); TC: teor de clorofila ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$); VR: Volume da raiz (cm^3); NF: número de folhas; MSR: massa seca da raiz (g); MSPA: massa seca da parte aérea (g); MST: massa seca total (g) e IQD: índice de qualidade de Dickson das mudas de <i>H. chrysotrichus</i> produzidas em diferentes doses de casca de ovo e diferentes doses de biossólido, aos 150 dias após a semeadura.....	35
Tabela 10 - Médias e valores de p, significantes ($p < 0,05$), da fonte de variação casca de ovo sobre as variáveis teor de clorofila (TC), volume da raiz (VR), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>H. chrysotrichus</i> , aos 150 dias após a semeadura.	38
Tabela 11 - Análise foliar de mudas de mudas de <i>H. chrysotrichus</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias após a semeadura.	43

1 INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos florestais no Brasil, teve início com a chegada dos portugueses na costa litorânea. Os sucessivos ciclos econômicos, a pecuária e o aumento da ocupação territorial, contribuiu cada vez mais para a devastação, redução da cobertura vegetal e degradação ambiental na Mata Atlântica, onde perdeu-se aproximadamente 88,3% da composição vegetal original (SODRÉ, 2006; RIBEIRO et al., 2009) e para o Cerrado, com perdas anuais de 2,2 milhões de hectares, no período de 1985 a 2002, totalizando perda de 55% da sua composição original (EMBRAPA, 2007; AFONSO, 2008). Apesar da diminuição significativa da Mata atlântica sua cobertura, ainda é considerada um dos mais importantes repositórios de biodiversidade, não somente do país como do mundo (NEVES, 2006).

Devido a essa intensa exploração florestal que vem causando o desaparecimento da variabilidade genética de algumas espécies, houve um aumento na demanda por mudas de espécies nativas, tanto para recomposição florestal como plantios comerciais, demonstrando a necessidade do desenvolvimento de protocolos que otimizem a produção de mudas com qualidade morfofisiológica, capazes de suprir às necessidades dos plantios (LELES et al., 2006; DIAS, 2011).

A espécie *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos, também conhecida como caraíba, ipê amarelo, ipê amarelo anão ou ipê amarelo cascudo, possui alto valor ornamental e econômico, por ser utilizada na arborização urbana e paisagismo, além de apresentar propriedades medicinais, justificando assim a crescente produção de mudas de melhor qualidade (LORENZI, 2002; OLIVEIRA; SCHELEDER; FAVORO, 2008).

Pertencente à família Bignoniaceae, é encontrada, principalmente, em vegetação secundária de encostas da Mata Atlântica, contribuindo para a regeneração dessas áreas (ACRA et al., 2012). Sua madeira é moderadamente pesada, resistente, de grande durabilidade mesmo em condições adversas, aferindo um alto valor econômico para essa espécie (LORENZI, 1992).

Para produzir mudas, alguns fatores devem ser levados em consideração, como luminosidade, qualidade de água no viveiro e composição do substrato. Os substratos podem ser definidos como meio de sustentação e retenção da quantidade necessária de água, oxigênio e nutrientes, além de apresentar inexistência de

elementos químicos em níveis tóxicos e apropriada condutividade elétrica (ROSA JÚNIOR et al., 1998), exercendo um fundamental papel na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, interferindo profundamente na qualidade das mudas (CARVALHO FILHO et al., 2003).

O bio sólido se sobressai como uma das alternativas promissoras na agricultura e uso florestal, devido a sustentabilidade e contribuição para a redução do uso de fertilizantes minerais. Atua como excelente fornecedor de matéria orgânica e elevada a retenção de água, características de grande interesse agrícola, com capacidade de melhorar as propriedades físicas do solo, além de ser rico em fósforo e nitrogênio (JORGE; CAMARGO; VALADARES, 1991; SIQUEIRA; BARROSO; ERTHAL, 2016). Contudo é importante observar a proporção desse material na mistura, uma vez que pode ser incorporado metais pesados tóxicos, reduzindo a biomassa microbiana do solo (MARQUES et al., 2000; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

A utilização do bio sólido na produção de mudas de ipê-amarelo é uma alternativa que desperta interesse, uma vez que o mesmo já foi objetivo de estudo para diversas espécies florestais e com obtenção de ótimos resultados. De acordo com Scheer, Carneiro e Santos (2010), para a produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (gurucaia) os resultados de crescimento de altura, diâmetro de colo, biomassa de ramos e de folhas, foram superiores nos tratamentos com utilização de compostos a base de bio sólido, comparado aos obtidos pelos tratamentos utilizando substrato comercial à base de casca de *Pinus* compostada e vermiculita. Caldeira et al. (2013b), constataram que o uso do bio sólido melhorou as características morfológicas das mudas de *Eucalyptus grandis*, quando utilizadas em menores proporções.

De acordo com ABPA (2018), no ano de 2017 foram produzidas 39.923.119.357 unidades de ovo, o que corresponde a produção de aproximadamente 219,6 mil toneladas/ano no Brasil. Por ser um resíduo gerado em alta quantidade e visando obter a complementação do substrato, optou-se por utilizar a casca de ovo galinácea, que por sua vez é rica em cálcio, cujo nutriente exerce funções em vários processos celulares (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A casca de ovo é composta por substâncias orgânicas e inorgânicas, dentro das inorgânicas, o carbonato de cálcio se destaca, podendo ser utilizado como um dos componentes nutricionais para formulação de um substrato (MEDEIROS; ALVES, 2014). Assim, a reutilização de casca de ovo pode promover a preservação das

reservas de calcário, que representam uma fonte natural não renovável (RANGEL et al., 2018). Contudo, os estudos com casca de ovo na área florestal ainda são escassos.

Diante do exposto, as hipóteses a serem testadas, neste trabalho, estão baseadas nas perguntas a seguir: o uso em conjunto de biossólido e casca de ovos afetariam positivamente a qualidade das mudas de *H. chrysotrichus*? Se sim, qual seria a melhor dose para a espécie em questão?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a influência do uso de biossólido em conjunto com diferentes doses de farinha de casca de ovo na qualidade de mudas de *H. chrysotrichus*, por reprodução sexuada.

1.2.2 Objetivo Específico

- Analisar a sobrevivência das mudas de *H. chrysotrichus* em função das diferentes composições de substratos contendo biossólido e casca de ovo utilizados;
- Analisar a qualidade de mudas de *H. chrysotrichus* quanto aos parâmetros morfológicos e fisiológico;
- Determinar a melhor dose dentre as testadas, para o biossólido e casca de ovo na produção de mudas de *H. chrysotrichus*;
- Analisar a interação da casca de ovo e biossólido como fornecedores de nutrientes para a produção de mudas de *H. chrysotrichus*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos

O *H. chrysotrichus* é uma espécie nativa, conhecido popularmente como ipê-dourado, ipê amarelo ou ipê amarelo cascudo. Esta espécie pertence à família Bignoniaceae, sendo principalmente neotropical e distribuída por todo o Brasil, abrangendo 32 gêneros e 391 espécies (LOHMANN, 2012).

É uma planta decídua, heliófita, com folhas compostas, de porte arbóreo com altura média entre 4 e 10 metros (MARTINS et al., 2012), como representado na Figura 1-A.

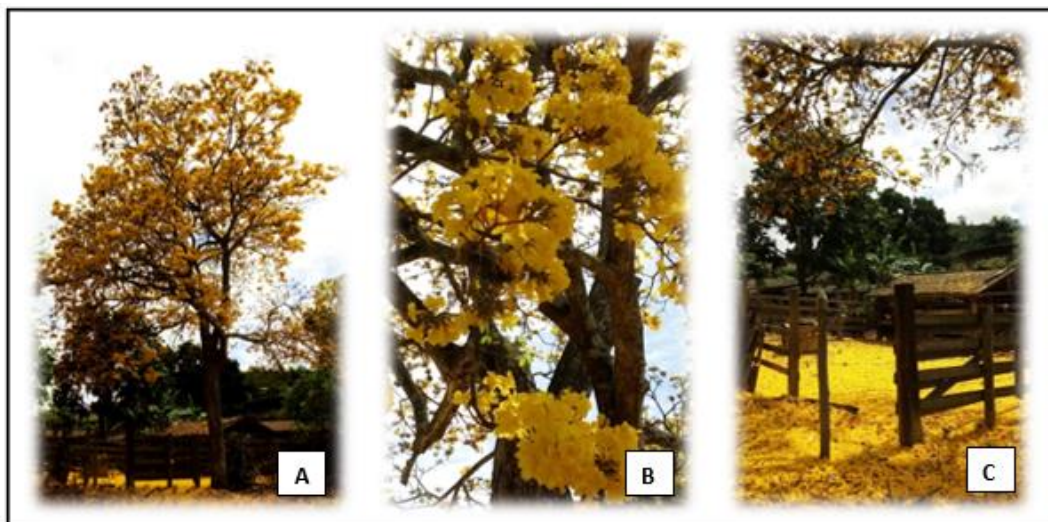


Figura 1 - Fotos do *H. chrysotrichus*, sendo (A) indivíduo adulto; (B) floração do ipê amarelo e (C) floração no chão formando um tapete amarelo, conferindo um belíssimo contraste ao ambiente. Fonte: autora.

O seu fruto é alongado, formando uma cápsula linear acuminada, com sementes achatadas, leves e aladas por membrana transparente, com classificação de sementes ortodoxas (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; LORENZI, 2008).

De acordo com Biondi e Althaus (2005), essa espécie possui flores amarelas compostas em cachos maciços, constituindo-se de panículas terminais e axilares com aproximadamente 10 cm de comprimento (Figura 1-B), é considerada a flor símbolo do Brasil, devido a sua floração ocorrer geralmente em setembro, no mês da

Independência do Brasil, e também por seu contraste decorrente das flores caídas ao chão, se destacando no verde da floresta, como a bandeira brasileira (Figura 1-C).

O *H. chrysotrichus* pertence ao grupo ecológico das secundárias iniciais (HIGUCHI et al., 2006), com distribuição geográfica desde o Nordeste até o Sul do Brasil (Figura 2). Está situada desde Floresta Pluvial Atlântica às áreas de mata de galeria no domínio do Cerrado, sendo natural sua ocorrência nas formações secundárias localizadas sobre solos bem drenados de encosta (LORENZI, 2008).



Figura 2 - Distribuição geográfica da ocorrência natural do *H. chrysotrichus* no Brasil.

Fonte: Flora do Brasil, 2020.

Sua madeira apresenta boa durabilidade e resistência mesmo em condições adversas. Podendo ser utilizadas em construções pesadas e estruturas externas, o que confere à espécie a produção de madeira considerada “de lei” (LORENZI, 1992; CORADIN et al, 2011). Devido a substâncias encontradas em sua casca, pode apresentar também propriedades medicinais, indicadas em gargarejos contra inflamações bucais (BORGIO et al., 2011).

Além disso, os ipês são de grande relevância ecológica, e podem ser utilizados com finalidades de recuperação de matas ciliares e áreas de preservação permanente, em reflorestamentos e restauração de áreas degradadas, recuperando essas áreas que possuem grande valor para o equilíbrio ecológico, juntamente com outras espécies vegetais, oferecendo proteção para as águas, o solo e a fauna (LORENZI, 1992; OLIVEIRA et al., 2012; DARONCO; MELO; DURIGAN, 2013).

É muito utilizada compondo o paisagismo de ruas, avenidas, praças e parques, por ser uma espécie rustica e apresentar grande beleza no seu porte e flores, atuando de maneira positiva na arborização urbana, contribuindo na qualidade de vida, estabilização do clima, produção de sombra, fornecendo alimento e abrigo à fauna, além de apresentar potencial de utilização em ruas estreitas e sob fiação, por ser uma árvore de pequeno porte (LORENZI, 2008; FANTINEL et al. 2013; GUERRA et al., 2015).

2.2 Qualidade na produção de mudas de espécies florestais

A produção de mudas de espécies florestais é uma das atividades mais importantes na silvicultura, visto que representam o início de uma cadeia de operações com o objetivo de estabelecer florestas e povoamentos. A necessidade de produzir mudas tem aumentado no decorrer dos anos, porém é importante que apresentem características resistentes às condições adversas encontradas nas áreas dos reflorestamentos, e crescimento satisfatório. Isso tem determinado maior preocupação dos pesquisadores florestais com relação ao controle de qualidade das mesmas. Vários fatores podem influenciar na produção de mudas florestais, como: à correta escolha do tipo de substrato, recipiente e manejo durante a formação (CARNEIRO, 1995; HOPPE, 2004; ALMEIDA, 2013).

A qualidade das mudas pode ser expressa por características morfológicas, fisiológicas e nutricionais. Os parâmetros morfológicos, são utilizados normalmente na determinação da qualidade de mudas baseado em aspectos fenotípicos, como altura da parte aérea, diâmetro de coleto, massa seca da parte aérea e sistema radicular. Essas características são de fácil avaliação e importantes para um bom desempenho das mudas após o plantio no campo (CARNEIRO, 1995; SILVA, 1998; FONSECA, 2000). Já os parâmetros fisiológicos estão relacionados aos aspectos internos da muda, como o teor de clorofila.

É importante que os parâmetros morfológicos não sejam utilizados de maneira isolada na avaliação da qualidade de mudas, visto que pode ocorrer a seleção de mudas com maior altura, e as mesmas podem apresentar o sistema radicular mais fraco e baixa sobrevivência após o plantio em campo (FONSECA, 2002).

A altura da parte aérea é um bom parâmetro para avaliar o padrão da qualidade de mudas de espécies florestais. É de fácil determinação, além de sua medição não ser destrutiva, porém sozinho é um indicador que não apresenta muita importância, pois por meio de uma excessiva adubação nitrogenada, pode acarretar em um maior crescimento, e como consequência, um enfraquecimento geral e posterior mortalidade no plantio (KNAPIK, 2005; DANIEL, 2014).

Uma outra característica para avaliar a qualidade da muda é o diâmetro do coleto sozinho ou combinado com a altura, essa variável está diretamente relacionada com o índice de sobrevivência e crescimento inicial das plantas em campo, sendo que mudas com maior diâmetro de coleto apresentam maior sobrevivência (CHAVES; PAIVA, 2004; KRATZ, 2011; DANIEL, 2014).

Já em relação a MSR/MSPA, quanto maior for a massa seca da raiz das mudas, indica que a muda será mais rustificada, e também está diretamente relacionada com a maior sobrevivência e crescimento inicial das mudas após o plantio no campo (GOMES et al., 2002). Portanto, para determinação desse método é necessário a destruição da muda, além de necessitar de balança de precisão e estufa.

O Índice de Qualidade de Dickson se destaca como um bom indicador, pois para realizar o seu cálculo, e preciso levar em consideração a união de mais de um parâmetro morfológico (ROSA et al., 2011).

Já para a característica fisiológica, o teor de clorofila é importante pois está relacionado a capacidade fotossintética da planta e aptidão da folha em absorver a luz. As medições podem ser aferidas em laboratório, porém é um método mais caro e demorado, e podem ser medidas também por um aparelho portátil, denominado clorofilômetro, que é um método mais prático, rápido e não destrutivo, além de ter um custo relativamente mais baixo (SALLA; RODRIGUES; MARENCO, 2007). Além disso, o teor de clorofila ajuda a verificar as reais condições nutricionais do solo e as condições de estresse na planta (SCOPEL; BARBOSA; VIEIRA, 2011).

2.3 Importância do biossólido na produção de mudas

O biossólido é o nome comercial dado ao lodo gerado na estação de tratamento de esgoto. Andreoli (2001) afirma que o termo se refere a um produto estabilizado, ou seja, apresenta menor odor e concentração de microrganismos patogênicos.

Estima-se que a produção do biossólido está acima de 220 mil toneladas/anos no Brasil (JUNIOR; OLIVEIRA; JUNIOR; 2018). O descarte de biossólido é realizado principalmente em aterros sanitários, contudo, este tipo de descarte é inadequado e traz consequências prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública (SILVA, 2018).

O potencial agronômico do lodo é incontestável, porém suas utilizações em áreas agrícolas produtivas devem ser feitas de maneira cuidadosa (LUDUVICE, 2000). A resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006, descrita no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece critérios e procedimentos para o uso, em áreas agrícolas, de lodo de esgoto gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, de modo a não promover danos à saúde pública e ao meio ambiente, uma vez que o lodo de esgoto está relacionado com a presença de metais pesados e microrganismos patogênicos (BRASIL, 2006; PAVELSKI, 2014). O art. 11 da resolução CONAMA dispõe sobre os limites máximos das substâncias inorgânicas permitidas (Tabela 1) e sobre a classe do lodo de acordo com sua concentração de patógenos (Tabela 2).

Tabela 1 - Limites máximos da concentração das substâncias inorgânicas gerados através dos lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, estabelecidos pelo CONAMA 375/2006.

Substâncias inorgânicas	Concentração máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromo	1000
Mercúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Fonte: Brasil, 2006.

Tabela 2 - Classes de lodo de esgoto ou produto derivado de acordo com a concentração dos agentes patogênicos.

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	Concentração de patógenos
A	Coliformes Termotolerantes <math><10^3</math> NMP / g de ST ST Ovos viáveis de helmintos <math>< 0,25</math> ovo / g de ST ST <i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST Vírus <math>< 0,25</math> UFP ou UFF / g de ST
B	Coliformes Termotolerantes <math><10^{-6}</math> NMP / g de ST ST Ovos viáveis de helmintos <math>< 10</math> ovos / g de ST ST

ST: Sólidos Totais; NMP: Número Mais Provável; UFF: Unidade Formadora de Foco; UFP: Unidade Formadora de Placa.

Fonte: Brasil, 2006.

Na tentativa de amenizar o constante problema no crescimento na produção de lixo e resíduos, têm-se buscado outras opções de reutilização e reciclagem desse rejeito, sendo uma delas como componente de substrato. Esse resíduo possui características viáveis para o seu reaproveitamento, pela razão de ser rico em micronutrientes, macronutrientes e condicionar melhores propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (MELO et al., 1994; CALDEIRA et al., 2012).

Em estudos com a espécie *Eucalyptus grandis*, Garcia et al. (2010), verificaram que o aumento com doses gradativas de bioossólido proporcionou o aumento da área foliar, massa seca total, razão de área foliar e das taxas de crescimento relativo e absoluto nas mudas. De acordo com Caldeira et al. (2012), o bioossólido apresentou características viáveis como componente de substrato no crescimento de mudas de *Toona ciliata*, popularmente conhecida como cedro-australiano.

Na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius Raddi.* e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, a adição de bioossólido ao substrato comercial foi positiva para as características químicas do substrato, além de proporcionar uma maior microporosidade, capacidade de retenção de água e densidade (ABREU et al., 2017).

Ainda em relação a viabilidade do biossólido incorporado ao substrato, foram verificados por Siqueira et al. (2018), que a qualidade das mudas de mirindiba-rosa (*Lafoensia glyptocarpa*) foi bem influenciada e manifestou resultado viável e adequado a este uso. De acordo com Pavelski (2014), o lodo de esgoto apresentou bons resultados no crescimento: altura, diâmetro, relação altura da parte aérea e diâmetro de colo para mudas de *Cedrela fissilis*, comprovando que estes podem ser usados para substituir o substrato comercial utilizado na atualidade para a produzir mudas nativas, resultando em uma maior economia de insumos.

Além disso, há relatos da utilização do lodo de esgoto em civilizações antigas, como Atenas, onde o esgoto era usado no plantio de verduras e de oliveiras ao redor da cidade, sendo levado através de um sistema de canais com regulagem do fluxo até as áreas de cultivo (LOPES; GUILHERME, 2007).

2.4 A casca de ovo galináceo como resíduo sólido renovável

O cenário mundial na produção de casca de ovos é de 5,92 milhões de toneladas por ano (SIMONS, 2007). Por ser um alimento rico em proteínas, saudável e de baixo custo, seu consumo vem aumentando ao longo dos anos. No Brasil, em média, cada brasileiro consumiu 192 ovos, durante o ano de 2017 (ABPA, 2018).

A casca de ovo corresponde em média a 11% do peso total do ovo. É composta por: carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, fosfato de cálcio e substâncias orgânicas (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química da casca do ovo.

COMPOSIÇÃO	AUTOR		
	Neves,1998	Brostow et al.,1999	Freire et al., 2008
Carbonato de cálcio	96%	94%	95%
Carbonato de magnésio	1%	1%	-
Fosfato de cálcio	1%	1%	-
Substâncias orgânicas	-	4%	5%

É uma fonte rica em minerais, que atualmente é bastante utilizada para a nutrição humana, podendo também ser utilizada para outros fins, como: base para componente na indústria cosmética, composição de fertilizante, constituinte de implantes ósseos e dentários e principalmente na agricultura, com objetivo de correção do pH em solos ácidos (MURAKAMI et al., 2007; OLIVEIRA; BENELLI; AMANTE, 2013).

A desvalorização desse resíduo e a falta de estudos do mesmo, não contribuem para o aproveitamento de forma sustentável e possível redução a exploração de reservas naturais não-renováveis de carbonato de cálcio (CaCO_3), como rocha calcária (OLIVEIRA; BENELLI; AMANTE, 2013). O CaCO_3 está presente como componente principal na composição da casca de ovo (NAVES et al., 2007b).

O cálcio é um macronutriente secundário e está fortemente relacionado à integridade e estabilidade das membranas. Os sintomas de deficiência de cálcio apresentam-se como clorose, deformações nas folhas novas ou queimadura nas margens das folhas, morte das gemas apicais e extremidade das raízes (FAQUIN, 2005).

Em estudos realizados por Monaco et al. (2015) e Galvão et al. (2020) e as aplicações da casca do ovo tiveram efeito benéfico como corretivo da acidez do solo.

Já para a produção de mudas de tomates em estudos realizados por Krause et al. (2017), utilizou-se a composição do substrato com 5% casca de ovo, 15% de fibra de coco e de 15 a 32% de moinha, e em mudas de berinjela usou a composição 40% de moinha, 40% de casca de arroz carbonizada, 15% de fibra de coco, 5% de casca de ovo (ALMEIDA et al., 2018) ambas formulações foram recomendadas a serem usadas em substituição ao substrato comercial, resultando em maiores valores de todas as variáveis analisadas e contribuindo para o destino adequado desses resíduos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local

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

A região de estudo é definida com ocorrência de inverno seco e verão chuvoso, e apresenta o clima do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen (1928). O experimento foi conduzido no período de outubro de 2019 a março de 2020.

3.2 Origem das sementes do *H. chrysotrichus*

As sementes foram advindas de 7 matrizes localizadas no arboreto da área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo em Jerônimo Monteiro, Região Sul do Estado do Espírito Santo, nas coordenadas 20°47'48.1"S, 41°24'23.5"W (Figura 3).

As matrizes foram escolhidas entre 48 indivíduos plantados, utilizando os critérios: livres de doenças e pragas, e com menor tortuosidade no fuste (GARCIA; SOUSA; LIMA; 2011). A coleta foi realizada na copa da árvore matriz já com a dispersão natural das sementes com a abertura espontânea dos frutos, sendo realizada de forma manual, e em árvores que apresentaram galhos muito altos, fez-se a retirada com o auxílio do podão. Após a coleta realizou-se o beneficiamento, no qual as sementes foram selecionadas de acordo com sua aparência visual, apresentando tamanhos maiores, cores mais claras e livres de doenças, e rejeitando as sementes enrugadas, com coloração mais escura, má formação e com presença de fungos ou patógenos.



Figura 3 - Matrizes da quais foram coletadas as sementes, localizadas na área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo em Jerônimo Monteiro. Fonte: adaptado Google Maps Autora.

3.3 Caracterização do biossólido e substrato

O biossólido utilizado na formulação dos substratos foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da Empresa BRK Ambiental, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES. Foi realizado à desidratação natural, onde foi disposto em lona plástica e revolvido até sua secagem. Em seguida, o material foi moído mecanicamente e homogeneizado (MONTEIRO, 2018).

O biossólido foi caracterizado e suas porcentagens ficaram abaixo dos limites estabelecido pela Resolução nº 375 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), de 29 de março de 2006 (Tabela 4), atestando ser viável como substrato para mudas (MONTEIRO, 2018).

Foram coletadas amostras do substrato antes da instalação do experimento para caracterização físico-química (Tabela 5), onde utilizou-se o substrato comercial Tropstrato® em conjunto com diferentes doses de casca de ovo e biossólido.

Tabela 4 - Caracterização do biossólido da Estação de Tratamento de Esgoto da Empresa BRK Ambiental, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Parâmetro	Unidade	Lodo de Esgoto
Umidade a 60-65°C	%	11,55
pH em CaCl ₂	-	6,57
Densidade Úmida	kg m ⁻³	826,00
Densidade Seca	kg m ⁻³	730,06
Matéria Orgânica Total	%	23,80
Matéria Orgânica Compostável	%	20,77
Carbono Orgânico ^{1/}	%	11,54
Relação C/N	-	2/1
Nitrogênio (N) ^{2/}	%	5,19
Fósforo (P ₂ O ₅) ^{3/}	%	5,07
Potássio (K ₂ O) ^{3/}	%	0,83
Cálcio (Ca) ^{3/}	%	1,45
Magnésio (Mg) ^{3/}	%	0,66
Enxofre (S) ^{3/}	%	0,81
Ferro (Fe) ^{3/}	%	1,47
Zinco (Zn) ^{3/}	mg kg ⁻¹	312,9
Cobre (Cu) ^{3/}	mg kg ⁻¹	100
Manganês (Mn) ^{3/}	mg kg ⁻¹	468,7
Boro (B) ^{4/}	mg kg ⁻¹	24,5
Cádmio (Cd) ^{3/}	mg kg ⁻¹	1,0
Chumbo (Pb) ^{3/}	mg kg ⁻¹	6,51
Cromo (Cr) ^{3/}	mg kg ⁻¹	36,00
Níquel (Ni) ^{3/}	mg kg ⁻¹	33,01

1/ Oxidação com Bicromato de Potássio

2/ Digestão sulfúrica

3/ Digestão nitro-perclórica

4/ Digestão seca

Fonte: Monteiro, 2018.

Tabela 5 - Caracterização físico-química do substrato Tropstrato®.

pH	N ^{1/}	P ^{2/}	K ^{2/}	Ca ^{2/}	Mg ^{2/}	CE	DU
(CaCl ₂)			%			dS/m	kg/m ³
7,63	0,81	0,65	1,28	1,02	0,44	4,49	310,50

CE: Condutividade Elétrica; DU: Densidade em base úmida; 1/: Digestão sulfúrica; 2/: Digestão nitro-perclórica.

3.4 Caracterização das cascas de ovos

As cascas de ovos utilizadas na formulação de substratos foram provenientes do restaurante universitário da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, localizado no município de Alegre, região sul do estado do Espírito Santo.

Como os estudos com casca de ovo ainda são escassos na área florestal, na literatura não se encontrou uma metodologia específica para a transformação desse resíduo em pó, propício para plantas. Portanto utilizou-se o mesmo procedimento que Naves et al. (2007a), para utilizar a casca em pó na fortificação de alimentos.

Utilizou-se à seguinte técnica (Figura 4): lavagem em água corrente e remoção das membranas internas da casca, para eliminação de umidade; imersão das cascas de ovos em 10 ml de água sanitária Q-boa® (hipoclorito de sódio 2,5%), diluídos em 1,0 L de água por 10 minutos. Após esse procedimento, as cascas foram fervidas e secas em forno a 180 °C até a secagem completa, tais técnicas foram realizadas para inviabilizar a possível sobrevivência de microrganismos patogênicos presentes na casca de ovo, como por exemplo, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*. e *Salmonella* (SILVA JUNIOR, 2005; MAGALHÃES et al., 2011). Após secas, foram trituradas em liquidificador, e peneiradas para homogeneização das partículas, obtendo-se a farinha da casca de ovo. As cascas devem ser transformadas em pó, para melhor disponibilidade dos nutrientes nas plantas. De acordo com Figueira (2014), o elemento que está presente em maior quantidade na casca de ovo é o cálcio, seguido de outros elementos em menor quantidade: fósforo, enxofre e ferro.

Os ovos de galinha utilizados nesse trabalho foram de coloração branca. Para realização desse trabalho foram utilizados 2,5 kg de casca de ovo, aproximadamente 450 unidades.

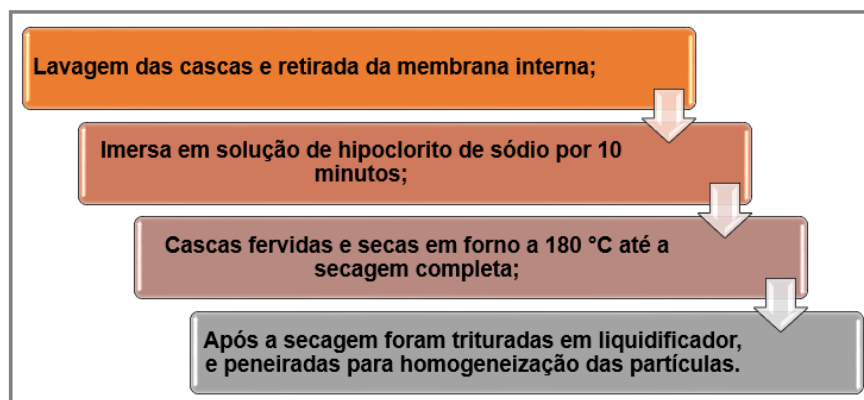


Figura 4 - Esquema demonstrando os passos para a transformação da casca de ovo em farinha.

3.5 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), (Tabela 6) em esquema fatorial 3x4, com três percentuais de farinha de casca de ovo (0,5%, 1% e 2%) e quatro proporções crescentes de biossólido (1, 2, 4 e 8%), que foram feitas em relação ao tubete de volume de 280 cm³. Cada tratamento teve quatro repetições, sendo as unidades amostrais constituídas por 16 mudas. A disposição dos tratamentos sobre a bancada seguiu ordem aleatória.

Tabela 6 - Tratamentos com suas respectivas proporções crescentes de biossólido e doses de casca de ovo em função do tamanho do tubete.

TRATAMENTOS	BIOSSÓLIDO (%)	CASCA DE OVO (%)
T1	1	0,5
T2	2	0,5
T3	4	0,5
T4	8	0,5
T5	1	1
T6	2	1
T7	4	1
T8	8	1
T9	1	2
T10	2	2
T11	4	2
T12	8	2

Na figura 5, pode-se visualizar o esquema com todos os tratamentos e suas respectivas proporções de substrato, farinha de casca de ovo e biossólido. As doses de biossólido e casca de ovo para constituir o substrato, foram convertidas de g (gramas) para porcentagem (%) (Tabela 7 e Tabela 8).

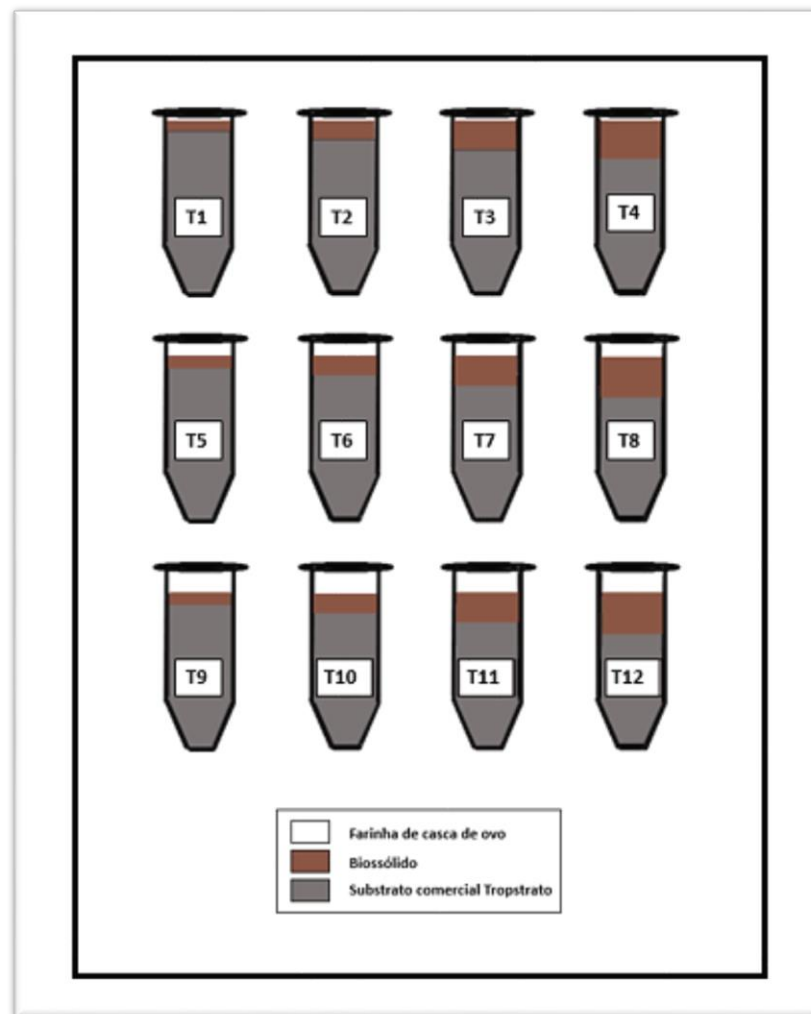


Figura 5 - Esquema de como foi distribuído a composição dos substratos nos seus respectivos tratamentos. Fonte: Autora.

Tabela 7 - Doses de biossólido em gramas e sua respectiva conversão para porcentagem.

BIOSSÓLIDO	
g	%
2,8	1
5,6	2
11,2	4
22,4	8

Tabela 8 - Doses de pó de casca de ovo em gramas e sua respectiva conversão para porcentagem.

PÓ DA CASCA DE OVO	
g	%
1,4	0,5
2,8	1
5,6	2

3.6 Semeadura e condução do experimento

A semeadura foi realizada 3 dias após a coleta, não sendo necessário quebrar a dormência das sementes. Foram utilizados como recipientes tubetes com capacidade volumétrica de 280 cm³, cujas dimensões são 19 cm de altura e 52 mm de diâmetro interno.

Os tubetes e bandejas de polipropileno foram deixados de molho com 200 ml de água sanitária Q-boá[®] (hipoclorito de sódio 2,5%) diluídos em 20,0 L de água por 24 horas para desinfestação, e posterior lavagem. Os mesmos foram colocados em bandejas próprias para a sua acomodação, e suspensas a 1 m do solo. Todos os tubetes foram identificados com os respectivos tratamentos. O experimento foi instalado em espaço coberto com telado de sombreamento 50% (Figura 6-A) e a irrigação realizada 4 vezes ao dia por 10 minutos, com micros aspersores com de vazão 31 a 152 lph (litros por hora), através de um sistema automático.

Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial Tropstrato[®], em conjunto com diferentes doses de biossólido e casca de ovo, para cada respectivo tratamento. A pesagem das doses foi feita em balança digital e posteriormente adicionada e homogeneizada ao substrato de forma manual.

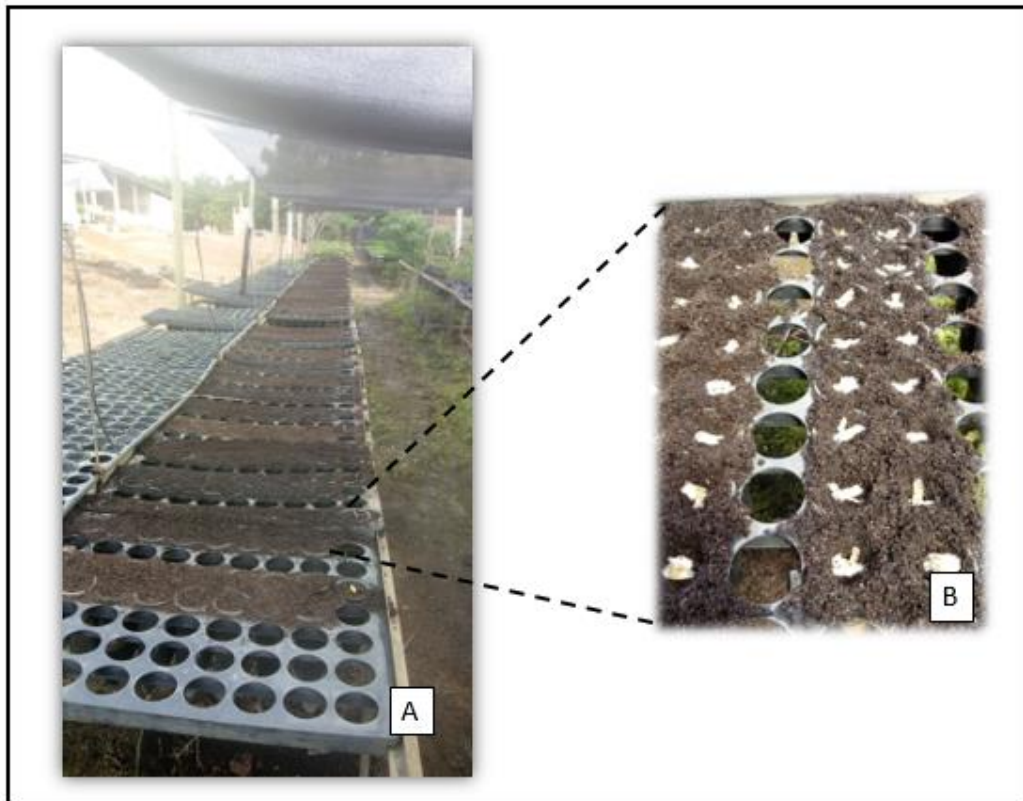


Figura 6 - Estrutura para montagem do experimento com telado de sombreamento 50% (A) e tubete com 3 sementes, totalizando 2.304 sementes para a realização do projeto (B). Fonte: Autora.

Em cada tubete foram colocadas 3 sementes (Figura 6-B) a uma profundidade de 0,5 cm a 1 cm, que após semeadas foram cobertas por uma fina camada de substrato. Após 15 dias de semeadura, observou-se a emergência das plântulas, onde os tubetes foram espaçados para obter melhor absorção de água e maior área fotossintética das mudas (Figura 7).

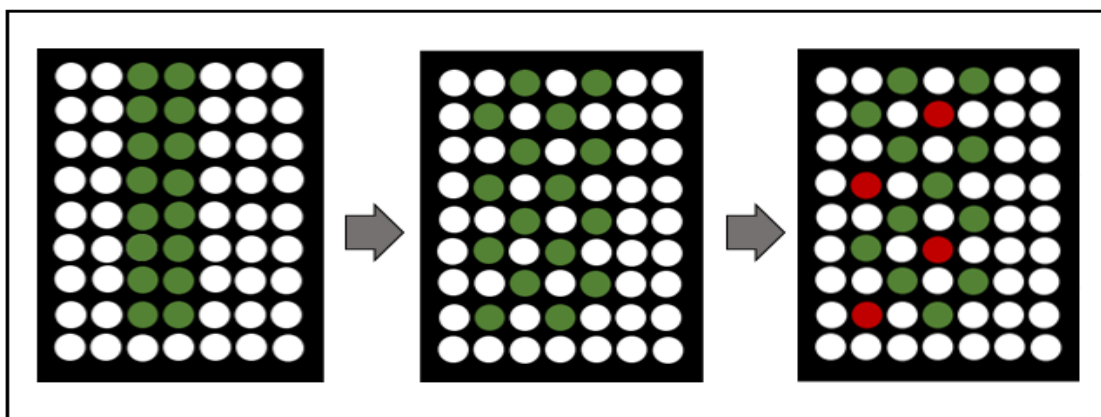


Figura 7 - Esquema representando a bandeja com os tubetes e posterior espaçamento, onde a cor verde representa os tubetes que foram semeados, a cor branca representa as células vazias, e em vermelho, tubetes selecionados para serem avaliadas após 150 dias de plantio. Fonte: autora.

Na sequência foi realizado o raleio, mantendo-se a plântula maior e a mais centralizada em cada tubete. Realizou-se a capina manual quando necessário. Durante o período de desenvolvimento deste experimento, foram realizadas a contagem de sobrevivência em todas as mudas, e a medição de altura em 10 mudas de cada repetição, com 45, 60, 90 e 150 dias, totalizando 4 contagens. Aos 120 dias após a semeadura todas as mudas foram transferidas para área a pleno sol.

Ao completarem 150 dias (Figura 8) após a semeadura, foram realizadas as avaliações baseadas em variáveis morfológicas e fisiológica, que serviram de base para cálculo do Índice de qualidade de Dickson.

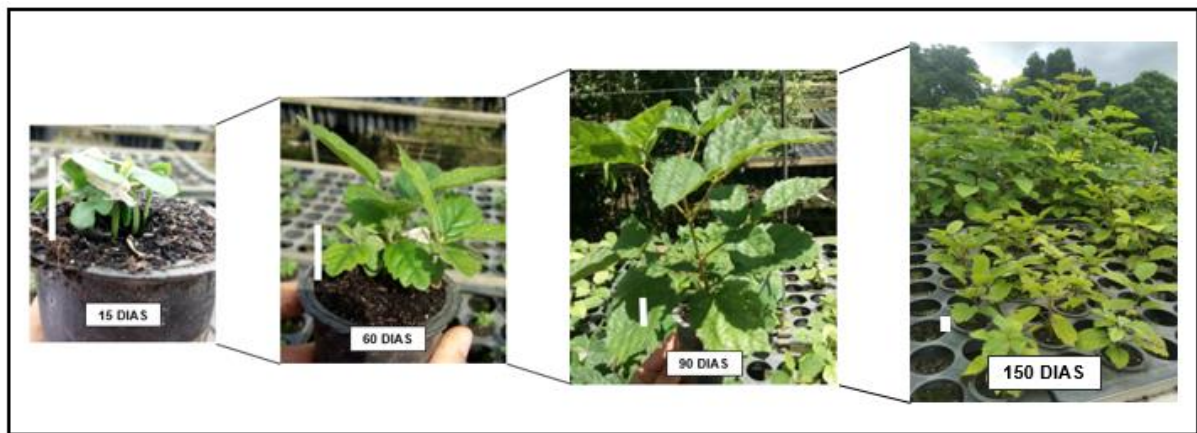


Figura 8 - Desenvolvimento das mudas até obterem 150 dias após o plantio. Barra em branco: 2,0 cm. Fonte: autora.

3.7 Parâmetros avaliados

As avaliações foram realizadas ao final de 5 meses (150 dias). Onde avaliou-se 4 mudas de cada repetição, sendo selecionadas em zigue - zague abrangendo diversos pontos da bandeja. Foram avaliados:

- **Crescimento em altura da parte aérea (H)**

Foi determinada a altura da planta (cm) medida com régua milimétrica, considerando-se a região compreendida entre o coleto e a gema apical.

- **Diâmetro do coleto das mudas (DC)**

O diâmetro do coleto (mm) foi medido a 2 cm acima do substrato, utilizando-se um paquímetro digital.

- **Determinação do teor de clorofila das folhas (TC)**

Foi feita a leitura dos teores de clorofila, amostrando-se folhas intermediárias e completamente expandidas das mudas, isentas de doenças e ataque de pragas, por meio de medidor portátil de clorofila SPAD-502.

- **Sobrevivência (S)**

Contagem de plântulas vivas a partir da emissão do primeiro par de folhas.

- **Número de folhas (NF)**

Obtidos por meio de contagem de folhas visíveis.

- **Comprimento da maior raiz (CR)**

Foi determinada o comprimento da maior raiz (cm) medida com régua milimétrica, a partir do coleto até a extremidade da raiz mais longa.

- **Volume de raiz (VR)**

Após o torrão formado aos 150 dias (Figura 9-A), foi feito a lavagem da raiz para retirada de restos dos substratos (Figura 9-B) e posterior separação da parte aérea da parte radicular (Figura 9-C). O VR foi obtido com o auxílio de uma proveta de 500 ml de volume total, onde foi preenchida até um valor conhecido, seguido da imersão do sistema radicular de cada muda avaliada (Figura 9-D), sendo a diferença no volume marcado da proveta, o resultado no volume da raiz em cm^3 (BASSO, 1999).

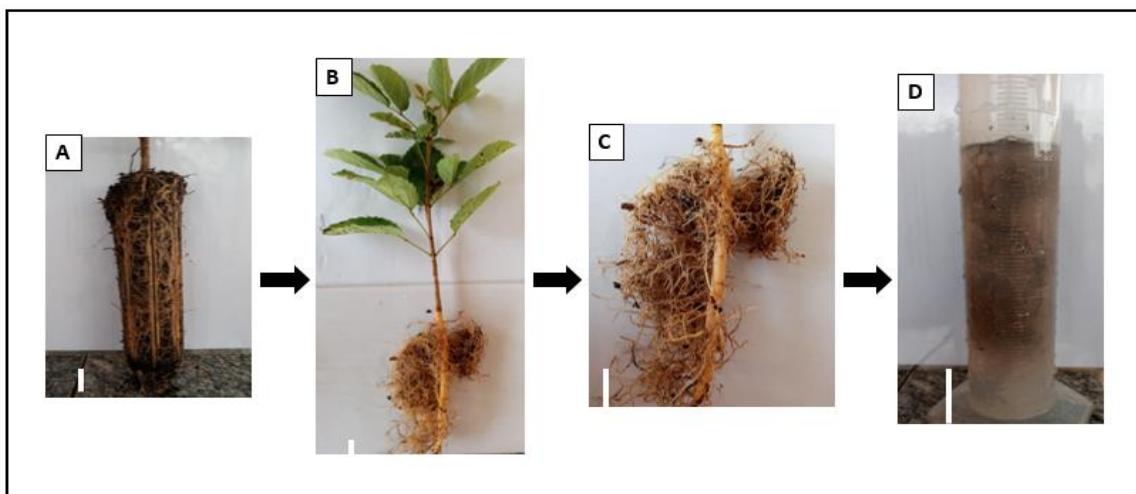


Figura 9 - Esquema para identificar o volume da raiz, onde: (A) torrão aos 150 dias; (B) muda de *H. chrysotrichus* com o sistema radicular lavado; (C) sistema radicular separado da parte aérea; e (D) imersão de sistema radicular em proveta para aferição do volume da raiz. Barra em branco: 2,0 cm. Fonte: autora.

- **Massa seca radicular (MSR)**

As raízes foram separadas da parte aérea, lavadas em peneiras, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até a obtenção de massa seca constante.

- **Massa seca da parte aérea (MSPA)**

Separada ao nível do coleto, obtida a partir do material seco em estufa, com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso de massa seca constante.

- **Massa seca total (MST)**

Calculada através da soma da MSPA e MSR.

- **Índice de qualidade (IQD)**

Os resultados obtidos de massa seca total, parte aérea e radicular, altura e diâmetro do coleto serviram de base de dados para o cálculo do Índice de Qualidade de Dickson (IQD), Dickson et al. (1960).

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

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de significância. Após o teste F, verificou-se diferença significativa para o fator bioossólido e casca de ovo de forma isolada, prosseguindo com o teste de Tukey para a casca de ovo, e com a análise de regressão para o bioossólido, através do programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2015).

Foram realizadas análise de variância ($p > 0,05$) para as 4 avaliações da altura da parte aérea (45, 60, 90 e 150 dias após a semeadura). A análise estatística foi realizada no R e os gráficos de superfície de resposta foram feitos com o auxílio do programa computacional software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007).

- **Análise foliar (AF)**

Após o material vegetal ter sido seco em estufa, as folhas foram separadas e entregues em sacolas plásticas ao laboratório para realização da análise foliar.

O N total foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método micro-Kjeldahl, o P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram extraídos por digestão nitroperclórica, e o teor foliar de B foi feito por incineração de acordo com a metodologia descrita por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sobrevivência e altura das mudas de ipê-amarelo com 45, 60, 90 e 150 dias

A taxa de sobrevivência das mudas de *H. chrysotrichus* foi 100% aos 150 dias após a semeadura, independentemente dos tratamentos. Em estudo realizado por Barony (2011), com mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas com biofósforo, foi observada a sobrevivência de 92,5% aos 90 dias após a semeadura.

Após realizar a análise de variância para as 4 avaliações na altura das mudas (45, 60, 90, e 150 dias), verificou-se valores não significativos aos 45 dias ($R^2=0,18$) e 60 dias ($R^2=0,38$). Para os 90 e 150 dias após a semeadura, foram observados valores significativos do R^2 . Já em relação a casca de ovo não houve diferença significativa nos resultados em altura para as concentrações (0,5%, 1% e 2%).

Na avaliação realizada aos 45 dias após a semeadura, os valores da altura dos tratamentos variaram de 2,79 cm a 3,86 cm em todos os tratamentos. Pinto e Junior (2010), em estudos avaliando os níveis de biofósforo no substrato para produção de mudas de *Solanum pseudo-quina*, obteve os maiores valores de altura variando de 8 a 10 cm em 45 dias após a repicagem, nas doses com 10%, 15%, 20% e 25% de biofósforo associados ao substrato comercial.

Aos 60 dias após a semeadura as médias de altura nos tratamentos variaram de 3,65 cm a 4,95 cm. Em mudas de *Solanum pseudo-quina* a altura média máxima foi de 16,4 cm aos 60 dias após repicagem no substrato contendo 20% de biofósforo (PINTO; JUNIOR, 2010).

Já para a avaliação realizada aos 90 dias após a semeadura, o máximo valor na superfície de resposta foi 12,35 cm; 11,32 cm e 12,38 cm observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com dose de 8% de biofósforo (Figura 10-A). Trigueiro e Guerrini (2003), em pesquisa com mudas de *Eucalyptus grandis* observaram altura de 19,24 cm aos 90 dias, utilizando substrato 50% biofósforo e 50% casca de arroz carbonizada.

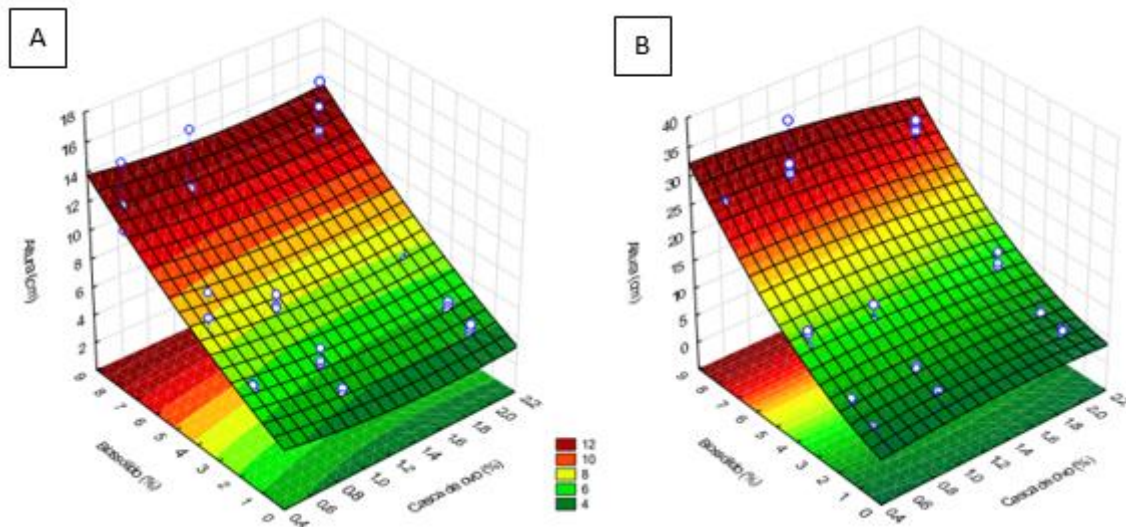


Figura 10 - Superfície de resposta para o modelo de crescimento na altura do *H. chrysotrichus* com 90 dias (A); e 150 dias (B). Pontos em azul: dados observados.

Onde: A) $Z = 4,99 - 2,25X + 0,67X^2 + 0,76^{***}Y + 0,033Y^2 + 0,032XY$; $R^2 = 0,84$.

B) $Z = 2,16 + 2,96X - 1,07X^2 + 1,42^{*}Y + 0,22^{**}Y^2 - 0,32XY$; $R^2 = 0,92$.

De acordo com a avaliação realizada aos 150 dias após a semeadura os valores de altura variaram de 5,52 cm a 28,36 cm, sendo o máximo valor na superfície de resposta nos tratamentos com 8% de bioossólido (Figura 10-B), já os menores valores de altura estão presentes na dose de 1% de bioossólido. Em estudo realizado por Kratz et al. (2014), em mudas de *Mimosa scabrella* produzidas com 10% de bioossólido+ 20% de fibra de coco+ 70% casca de arroz carbonizada foram observados a altura de 15,5 cm aos 150 dias.

Desse modo, observa-se que até aos 60 dias após a semeadura, há uma heterogeneidade no crescimento da altura das mudas, e ao longo do tempo (até completarem os 150 dias após a semeadura) o valor da altura das mudas vão se homogeneizando. O R^2 reflete no crescimento das mudas, onde maiores valores irão indicar uma maior homogeneidade no crescimento em altura, e menores valores irão indicar uma maior heterogeneidade das mesmas.

Com relação ao incremento médio para os tratamentos com 4% de bioossólido, aos 60 dias obteve altura em média de 4 cm, e ao longo do período de avaliação até aos 90 dias, esse valor passou para a média de 7 cm de altura. Após esse período, o crescimento de altura foi contínuo com incremento médio de 4,24 cm aos 150 dias.

Já em relação aos tratamentos com 8% de bioossólido, aos 60 dias o crescimento era de 4 cm, e ao longo do período de avaliação até aos 90 dias, esse valor triplicou. Após esse período, o crescimento de altura foi contínuo com incremento médio de 13,84 cm até aos 150 dias, esse valor foi três vezes maior, quando comparado com o valor obtido para o incremento médio na altura nos tratamentos com 4% de bioossólido.

Tais resultados ocorreram devido a maior concentração do bioossólido (8%) disponibilizar teores de nutrientes mais elevados, principalmente o nitrogênio e o fósforo, que são nutrientes exigidos nos estádios iniciais de desenvolvimento das mudas (NOVAIS et al., 1982). A falta do N pode causar a redução no crescimento, devido esse nutriente atuar em processos como a fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995), já deficiência do P pode influenciar no desenvolvimento celular vegetal (TAIZ; ZIEGER, 2004).

4.2 Análise dos parâmetros morfológicos e fisiológicos

Através dos resultados obtidos pela análise de variância (Tabela 9) verificou-se efeitos significativos de doses de bioossólido nas mudas de *Handroanthus chrysotrichus* para as variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST). Para as demais variáveis: teor de clorofila (TC), volume de raiz (VR), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) observou-se efeito significativo do bioossólido e da casca de ovo, de maneira isolada.

Como não houve interação significativa entre os fatores de variação, prosseguiu-se realizando o teste de tukey a 5% para o fator casca de ovo e a análise de regressão para o fator bioossólido. O modelo linear foi o que melhor explicou os efeitos de bioossólido nas variáveis analisadas.

Tabela 9 - Quadrado médio das variáveis morfológicas e fisiológica avaliadas, H: altura da parte aérea (cm); DC: diâmetro do coleto (mm); CR: comprimento da maior raiz (cm); TC: teor de clorofila ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$); VR: Volume da raiz (cm^3); NF: número de folhas; MSR: massa seca da raiz (g); MSPA: massa seca da parte aérea (g); MST: massa seca total (g) e IQD: índice de qualidade de Dickson das mudas de *H. chrysotrichus* produzidas em diferentes doses de casca de ovo e diferentes doses de biofertilizante, aos 150 dias após a semeadura.

FV	GL	Quadrado Médio				
		H	DC	CR	TC	VR
Casca de ovo (CO)	2	10,93 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,36 ^{ns}	11,33*	135,89*
Biofertilizante (BIO)	3	1078,50 *	21,34*	1,96 ^{ns}	265,46*	1371,35*
CO x BIO	6	8,54 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,43 ^{ns}	3,93 ^{ns}	26,56 ^{ns}
CV %		21,02	15,05	5,04	6,83	36,57

FV	GL	Quadrado Médio				
		NF	MSR	MSPA	MST	IQD
Casca de ovo (CO)	2	3,43 ^{ns}	5,65*	1,43 ^{ns}	12,75 ^{ns}	0,83*
Biofertilizante (BIO)	3	63,77*	41,75*	57,79*	197,22*	2,52*
CO x BIO	6	5,07 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,59 ^{ns}	3,23 ^{ns}	0,10 ^{ns}
CV %		16,63	39,74	38,68	38,17	36,84

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV%: coeficiente de variação. * resultados significativos ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo.

Houve efeito significativo isolado para o fator biofertilizante na variável altura (H). O máximo crescimento de altura 25,75; 28,36 e 23,46 cm foram observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com dose de 8% de biofertilizante, apresentando tendência de crescimento linear crescente (Figura 11-A).

De acordo com DIAS et al. (2006) e Gonçalves et al. (2000a), as mudas de espécies nativa com boa qualidade devem apresentar antes do plantio: haste única, preenchimento foliar e desenvolvimento na altura entre 20 e 35 cm.

Portanto, os tratamentos que eram compostos por 8% de biofertilizante, obtiveram médias de altura considerado o ideal, estando as mudas aptas para o plantio após

150 dias de formação. Os demais tratamentos apresentaram valores abaixo de 20 cm, com médias de altura variando entre 4,83 cm a 13,25 cm, não estando aptas para o plantio no campo. Deste modo os tratamentos com teor de 1% de bioossólido apresentaram as piores médias para o parâmetro altura.

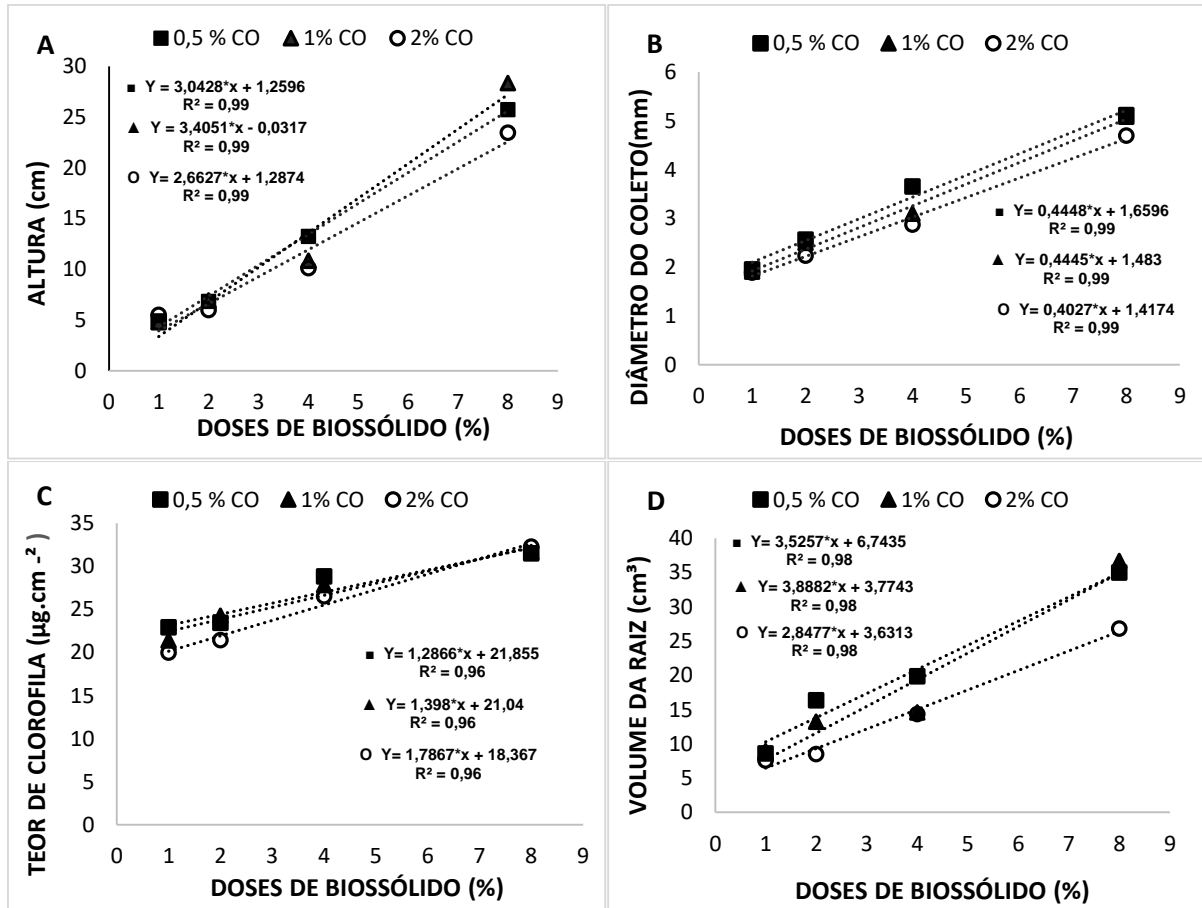


Figura 11 - Médias referentes à altura-cm (A), diâmetro do coleto-mm (B), teor de clorofila- $\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ (C), volume da raiz- cm^3 (D), das mudas de *H. chrysotrichus* produzidas em diferentes doses de casca de ovo e diferentes doses de bioossólido, aos 150 dias após a semeadura.

Em estudos realizados por Pilonetto et al. (2010) com a espécie *Handroanthus chrysotrichus*, estimou-se que as mudas estariam prontas para o plantio em campo com aproximadamente um ano de idade, uma vez que com 120 dias o melhor tratamento apresentou mudas com altura de 10,32 cm, utilizando Latossolo Vermelho 100%, em comparação com o resultado do presente estudo, o bioossólido e a casca de ovo mostraram ser promissores no quesito redução de tempo no viveiro e viabilidade econômica, uma vez que com 5 meses, as mudas produzidas com 8% de bioossólido

atingiram altura satisfatórias para o plantio em campo, havendo uma redução de 7 meses das mudas em viveiro comparados com o uso de latossolo vermelho.

Para a variável diâmetro do coleto (DC), houve efeito significativo individual para o fator biossólido, com tendência de crescimento linear. O maior DC (5,12 mm) foi observado nas doses de 0,5% de casca de ovo, com 8% de biossólido. Para as doses de 1% de casca de ovo, o maior valor de DC foi 5,09 mm, na dose de 8% de biossólido, e já para a dose de 2% de casca de ovo, o maior valor observado foi 4,7 mm, na dose de 8% de biossólido (Figura 11-B).

Para o diâmetro do colo, o ideal é que a aparência seja saudável e possua entre 5 a 10 mm e demonstre um bom estado nutricional (DIAS et al.,2006). Portanto as doses de 0,5% e 1% de casca de ovo, combinadas com 8% de biossólido atingiram valores recomendados pela literatura para a espécie *H. chrysotrichus*, para a variável DC.

Abreu et al. (2018), estudando diferentes proporções de biossólido e substrato comercial na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi, constataram que o lodo de esgoto possibilitou um crescimento satisfatório da parte aérea e do diâmetro do coleto das mudas, aferindo mudas de maior qualidade morfológica quando comparadas as produzidas em substrato comercial. Mattos (2014) concluiu também que doses crescentes de biossólido na composição do substrato contribuiriam para o desenvolvimento das variáveis DC e H das mudas da espécie nativa *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, também conhecida como cambará.

O DC é um dos parâmetros mais indicados para avaliar a aptidão de sobrevivência da muda que será transferida para campo, devido a capacidade da mesma em suportar a ação dos ventos, e ser o mais utilizado para estabelecer doses de fertilizantes aplicados para uma produção de mudas de qualidade (CARNEIRO, 2003). Pode ser observado que a presença em níveis muito baixos de biossólido e doses altas de casca de ovo, não favoreceram o crescimento de altura e diâmetro do coleto das mudas de *H. chrysotrichus* (Figura 11-A e 11-B), isso ocorreu devido à falta de nutrientes por parte do biossólido.

Para a variável teor de clorofila (TC) os fatores biossólido e casca de ovo foram significativos isoladamente. Os maiores valores de TC foram 31,5; 31,65 e 32,29 observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com a maior dose de biossólido (8%), apresentando tendência de crescimento linear crescente (Figura 11-C).

Carvalho (2018) afirma que o teor de clorofila está diretamente ligado com o crescimento da planta, em que maiores crescimentos irão colaborar para melhores sínteses de clorofila. Vale ressaltar que doses maiores de biossólido irão proporcionar maior disponibilidade de N, Mg, Fe, Mn que são nutrientes essenciais na composição da clorofila, corroborando então para os valores encontrados nos tratamentos para esse parâmetro. Houve diferença significativa para as concentrações de casca de ovo para a variável TC (Tabela 10), em que os melhores resultados estão na concentração de 0,5% de CO.

Tabela 10 - Médias e valores de p, significantes ($p < 0,05$), da fonte de variação casca de ovo sobre as variáveis teor de clorofila (TC), volume da raiz (VR), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *H. chrysotrichus*, aos 150 dias após a semeadura.

FV	TC($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	VR (cm^3)	MSR (g)	IQD
Médias de casca de ovo				
0,5 % CO	26,68 a*	19,96 a	3,70 a	1,44 a
1% CO	26,28 ab	18,35 ab	3,27 ab	1,21 ab
2% CO	25,06 b	14,31 b	2,53 b	0,98 b
Valor de p	0,0377	0,0401	0,0331	0,0170

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável volume da raiz (VR) os fatores biossólido e casca de ovo foram significativos de maneira isolada. Os maiores valores do VR (35; 36,68 e 26,81) foram observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com a maior dose de biossólido (8%), apresentando tendência de crescimento linear crescente (Figura 11-D).

O sistema radicular das mudas é de extrema importância, visto que uma raiz bem desenvolvida, irá refletir em mudas com maiores resistências e desempenho no campo (BERNARDINO et al., 2005).

Na Tabela 10, estão descritos a relação casca de ovo na variável VR, onde houve diferença significativa, destacando a concentração 0,5% de CO como melhor, comparada com as demais. Tais resultados podem ser explicados devido ao teor de cálcio presente na composição da casca de ovo ser elevado, o cálcio é um nutriente

essencial na divisão celular e no alongamento de raízes, porém quando esse elemento não é fornecido de maneira adequada, tanto excesso ou deficiência, acaba reduzindo significativamente o crescimento das raízes (CUNHA et al., 2009; SILVEIRA; MONTEIRO, 2011)

Para a variável CR não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os valores das médias de comprimento da maior raiz variaram de 16,96 a 18,64 cm, sendo influenciado pela altura do tubete (19 cm). O comprimento radicular está relacionado com a capacidade da espécie em adquirir recursos, visto que, o desenvolvimento do sistema radicular está diretamente ligado com a aptidão que os vegetais possuem em obter água e nutrientes do solo, e seu incremento está relacionado aos mesmos dispostos na rizosfera, onde que em regiões com condições melhores, maior é a velocidade do crescimento da raiz (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Houve efeito significativo para o fator bio sólido para a variável número de folhas (NF). Observou-se tendência de crescimento linear para 0,5%, 1% e 2% de casca de ovo, com maiores valores de 13,68; 15,31 e 13,68, respectivamente, nas doses de 8% de bio sólido (Figura 12-A). Tais resultados podem ser explicados, devido a doses maiores de bio sólido proporcionar maiores quantidade de matéria orgânica e nutrientes (LUCENA et al., 2007). Essa variável possui certa importância pois quanto maior a quantidade de folhas presente na muda, maior será a sua área foliar, aumentando a evapotranspiração e sua eficiência fotossintética e havendo consequências positivas na qualidade da muda (BALDIN et al., 2015).

Houve diferença significativa para o fator bio sólido e para o fator casca de ovo, de maneira individual para a variável massa seca da raiz (MSR). Os maiores valores de MSR (6,1; 6,53 e 4,82g) foram observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com a maior dose de bio sólido (8%), apresentando tendência de crescimento linear crescente (Figura 12-B).

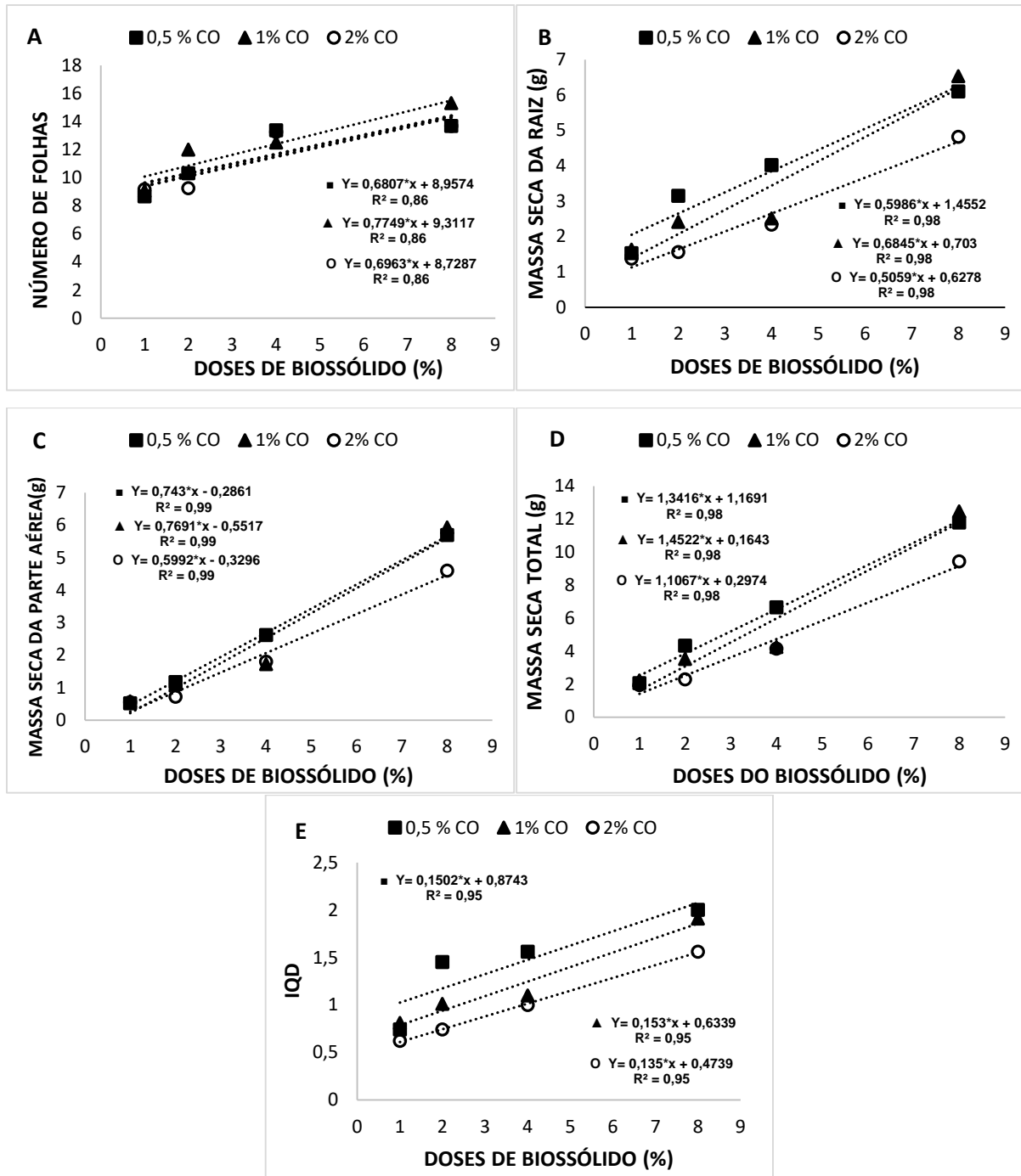


Figura 12 - Médias referentes ao número de folhas (A), massa seca da raiz-g (B), massa seca da parte aérea-g (C), massa seca total-g (D) e índice de qualidade de Dickson – IQD (E) de mudas de *H. chrysotrichus* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias após a sementeira.

Analisando a tabela 10, nota-se que houve diferença significativa entre as doses de CO, e a melhor dose foi a de 0,5% com média de 3,7 g, portanto, a crescente dose de biossólido nos tratamentos e as menores doses de casca de ovo, concederam as melhores absorções dos nutrientes pelas mudas e consecutivo aumento na

produção de MSR. Ainda no gráfico é possível observar que a dose de casca de ovo com 2%, apresentou piores médias para a MSR.

Houve efeito significativo isolado para o fator bio sólido na variável MSPA. Observou-se tendência de crescimento linear para 0,5%, 1% e 2% de casca de ovo, com maiores valores de 5,69; 5,93 e 4,6 gramas, respectivamente, nas doses de 8% de bio sólido (Figura 12-C).

Para a variável massa seca total (MST) houve diferença significativa para o fator bio sólido. Os maiores valores de MST (11,79; 12,46 e 9,43 g) foram observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com a maior dose de bio sólido (8%), apresentando tendência de crescimento linear crescente (Figura 12-D).

A massa seca total é a soma da MSPA + MSR, tendo reflexo direto na capacidade fotossintética e da quantidade de nutrientes minerais absorvidos (LOPES et al., 2013), os valores obtidos nesse estudo variaram de 1,93 g a 12,46 g. Scheer et al. (2012b) avaliaram o crescimento de mudas de *Lafoensia pacari* com lodo de esgoto e obtiveram resultados positivos para a biomassa aérea e para o índice de qualidade de Dickson, apontando que o substrato composto por bio sólido apresenta boas características físicas e nutricionais. Ainda em relação a MSPA, resultados obtidos por Scheer et al. (2012a) em mudas de *Anadenanthera colubrina*, notou-se que houve um maior acúmulo da MSPA para os tratamentos que receberam o lodo de esgoto, resultados semelhantes foram obtidos nesse estudo.

Em adição a este trabalho, Marques et al. (2018) na produção de mudas de *Eugenia uniflora* com aplicação de bio sólido, obteve resultados que favoreceram a biomassa da MSR e MSPA, resultados similares foram alcançados em estudos realizados por Neves, Silva e Duarte (2010) que obtiveram resultados benéficos para massa seca da raiz e parte aérea na produção de mudas de *Moringa oleifera* Lam utilizando substrato solo com bio sólido.

Quando avaliados a casca de ovo e o bio sólido de forma isolada, ambos se mostraram significativos para a variável IQD. Os maiores valores de IQD (2; 1,91 e 1,56) foram observados nas doses de 0,5%; 1% e 2% de casca de ovo, respectivamente, com a maior dose de bio sólido (8%), apresentando tendência de crescimento linear crescente (Figura 12-E). Cruz (2010) afirma que a qualidade das mudas está relacionada com os maiores valores adquiridos no IQD.

Os valores de IQD variaram de 0,62 e 2, sendo o menor valor obtido com 1% de biossólido + 2% de casca de ovo; e o maior valor obtido com 8% de biossólido + 0,5% de casca de ovo, respectivamente. O índice de qualidade de Dickson é citado por muitos pesquisadores como um bom indicador para avaliar a qualidade de mudas, uma vez que em seu cálculo leva em consideração a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (FONSECA et al., 2002). Gomes e Paiva (2006) sugerem que o IQD tenha o valor mínimo de 0,20 para mudas de qualidade, levando esse valor em consideração todos os tratamentos realizados nesse estudo, apresentaram índices recomendados.

Caldeira et al. (2013a), ao avaliarem o potencial da utilização de resíduos orgânicos como componentes do substrato para produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*, concluiu-se que o tratamento 60% de lodo de esgoto + 20% de casca de arroz carbonizada + 20% de palha de café *in natura* proporcionou a melhor média de IQD, cujo valor foi 0,14. Portanto não existe um valor exato para o IQD, visto que esse parâmetro é instável, e pode mudar de acordo com a espécie estudada, com o composto do substrato, o volume do recipiente, a forma de manejo e a idade de avaliação da muda (GASPARINI, 2012).

4.3 Análise foliar

Os teores obtidos da composição química via análise foliar foram descritos na Tabela 11, onde foram comparados com valores indicados na literatura por Malavolta et al. (1989), considerado adequado para espécies florestais como araucária, eucalipto, pinus e seringueira.

Através da análise foliar pode se ter conhecimento do estado atual nutricional da planta, possíveis problemas de toxidez, se existe alguma deficiência de elemento ou não, e uma possível correção (TRANI; HIROCE; BATAGLIA, 1983).

Scheer et al. (2012b) afirma que o N presente na composição do biossólido é suficiente para suprir as necessidades das mudas de espécies florestais. Em geral, o biossólido é rico em nitrogênio, e pode atuar com grande eficiência como fertilizantes nitrogenados (TSUTIYA, 2001). Os valores de N obtidos nos tratamentos estavam dentro dos valores descritos adequados pela literatura.

Tabela 11 - Análise foliar de mudas de mudas de *H. chrysotrichus* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias após a semeadura.

TRATAMENTOS	DOSES	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
T1	1% BIO + 0,5% CO	23,1	2,4	10,8	21,7	6,1	2,4	74,2	25,2	114,5	355,1	5,4
T2	2% BIO + 0,5% CO	18,0	3,1	7,5	22,80	6,9	2,6	87,3	25,6	98,9	259,5	4,5
T3	4% BIO + 0,5% CO	22,4	2,5	8,3	19,60	7,1	2,6	45,2	25,7	62,1	292,0	5,6
T4	8% BIO + 0,5% CO	25,6	2,3	7,4	21,8	7,9	3,0	82,7	36,7	89,0	274,3	5,6
T5	1% BIO + 1% CO	19,3	3,3	7,0	20,8	6,5	2,6	94,0	37,5	87,6	365,0	6,2
T6	2% BIO + 1% CO	21,8	3,5	12,5	22,4	6,5	3,2	96,6	27,5	58,3	423,4	5,3
T7	4% BIO + 1% CO	20,5	2,4	9,4	25,7	7,6	2,3	66,0	24,7	43,0	298,2	4,8
T8	8% BIO + 1% CO	20,5	2,7	6,1	24,0	6,8	3,0	68,6	38,3	45,2	213,9	8
T9	1% BIO + 2% CO	18,0	2,8	10,4	26,0	6,6	3,7	97,5	97,5	46,8	307,4	6,9
T10	2% BIO + 2% CO	19,3	2,5	9,9	21,8	5,9	4,0	94,1	94,1	44,2	295,0	5,5
T11	4% BIO + 2% CO	24,9	2,4	10,0	24,6	6,4	2,7	87,9	87,9	30,2	274,9	4,1
T12	8% BIO + 2% CO	25,6	1,4	8,0	26,8	7,1	2,3	84,2	84,2	31,6	242,2	3,3

Fonte: autora.

Em estudos realizados por Cunha et al. (2006) com mudas de *Acacia sp.*, indicou que as mudas produzidas com lodo de esgoto (100%), acumularam maior teor de N e Ca quando comparados aos tratamentos desenvolvido sem a adição desse resíduo, proporcionando maior desenvolvimento das mudas.

Os teores recomendados para o Ca em espécies florestais estão na faixa de 3 a 9 g kg⁻¹ (Malavolta et al., 1989), portanto como observa-se na Tabela 11, todos os tratamentos apresentaram valores mais alto que o recomendado. Para o maior valor observado no T12 (26,8 g kg⁻¹), os valores de cálcio são 197% maior do que o recomendado, isso possivelmente ocorreu devido a presença de cálcio no bio sólido (1,45% como demonstrado na Tabela 3) e na casca de ovo.

Os teores de K encontrados nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10 e 12 ficaram abaixo da faixa considerada ideal para espécies florestais (Malavolta et al., 1989), isso ocorreu pelo bio sólido ter concentrações reduzidas de K, visto que no processo de tratamento do esgoto o mesmo permanece dissolvido na água, sendo perdido neste processo devido a sua alta solubilidade (BERTON; NOGUEIRA, 2010). Diante de tal resultado, é indicado para outros estudos utilizar resíduos com fonte de potássio, dessa forma, tem-se o resíduo da secagem dos grãos de café, também conhecido por “moinha”, que apresenta teores de 7,1 g/kg de K em sua composição e é gerado em grandes quantidades no estado do Espírito Santo (KRAUSE et al., 2017), ou até mesmo esterco bovino ou de galinha (RODRIGUES; REIS; REIS, 2013).

Santos et al. (2014) afirmam que o bio sólido é responsável por elevar teores de Zinco e Ferro nos substratos, semelhante aos resultados obtidos nesse estudo, onde os teores de Fe para todos os tratamentos ficaram dentro do recomendado pela literatura. Os valores de zinco no tratamento 1 ao 8 atingiram valores ideais recomendado, ao contrário do tratamento 9 ao 12 que apresentaram valores acima do recomendado, isso pode ser explicado pela maior quantidade de casca de ovo nesses tratamentos (2%), e como afirma Vilar, Saba-Srur e Marques (2010) o zinco está presente na casca de ovo, com valor médio de aproximadamente 0,083 mg/100g.

O micronutriente Boro está composto no bio sólido em menores quantidades (CAMARGO et al., 2013), porém os teores de B adquiridos nos tratamentos (exceto o T3 que ficou abaixo) se encontram dentro da faixa de valor citada na literatura para todos os tratamentos.

Os teores de cobre ideal para espécies florestais está entre 20 a 70 mg kg⁻¹ (Malavolta et al., 1989), nesse estudo os valores variaram de 3,3 a 6,9 mg kg⁻¹ nos

tratamentos, ficando bem abaixo da faixa adequada para espécies florestais. Dados diferentes foram obtidos por Garcia et al. (2010) em mudas de eucalipto, onde os teores foliares foram maiores para o Cu, em razão das proporções de biofósforo utilizadas.

Os valores de Mn e Mg ficaram acima do recomendado pela literatura para todos os tratamentos, enquanto o P apresenta valores ideais para os tratamentos: T1, T3, T4, T7, T10, T11 e T12 (tabela 11), já para os demais tratamentos os valores ficaram acima do recomendado. De acordo com Gonçalves e Poggiani (2000b), o fósforo é essencial no desenvolvimento inicial das mudas após a sua emergência. Resultados semelhantes foram obtidos em mudas de pinhão manso, em que o biofósforo proporcionou aumento nos teores de P, Ca e Mg na planta (PRATES et al., 2011).

O enxofre efetua um papel importante na fisiologia vegetal, devido está diretamente relacionado com o crescimento, fixação do nitrogênio e na síntese proteica das plantas (MEDEIROS; SANTOS; TERTULIANO, 2008). O teor de S nos tratamentos T1, T2, T3, T5, T7 e T12 atingiram valores ideais recomendados por Malavolta et al. (1989), já os demais tratamentos apresentaram teores elevados, como demonstrado na Tabela 11, uma vez que o valor ideal está na faixa de 1,40 a 2,60 g kg⁻¹ para o S. Em estudo realizado por Carvalho (2018) em mudas de cedro-australiano foram obtidos valores elevados de S para os substratos que continham 100 % de biofósforo e 25% basaplant + 75% biofósforo, tiveram 6,83 g kg⁻¹ e 4,90 g kg⁻¹ de S, respectivamente. Isso é justificado devido ao biofósforo ser um composto rico em matéria orgânica e fornecer em condições satisfatórias o N, P, S, Ca e micronutrientes (SANTOS, 2009).

Mediante os resultados obtidos, observa-se que as doses de biofósforo e casca de ovo forneceram teores ideais de N e Fe para todos os tratamentos, ao contrário dos valores obtidos para o Cu que ficaram abaixo do recomendado para todos os tratamentos. O K apresentou comportamento variado para cada tratamento, em que 66,6% dos tratamentos ficaram com valores abaixo do indicado, o Mg apresentou teores elevados para todos os tratamentos, influenciando na redução da absorção do K (DEON, 2007). O P e S apresentaram valores variados para cada tratamento. O B apresentou valores ideais recomendados para 91% dos tratamentos. O Zn apresentou comportamento variado para cada tratamento, em que atingiu valores recomendados

para 66,6% dos tratamentos, os demais apresentaram valores acima do indicado. Os teores de Mn e Ca estavam acima do intervalo ideal para todos os tratamentos.

Diante desses resultados, a casca de ovo demonstrou ter efeito na produção florestal, como na disponibilidade de Ca e Mg, porém as doses utilizadas em alguns tratamentos foram maiores do que a exigência nutricional da espécie. Já o bio sólido contribuiu com todos os nutrientes para a espécie, embora as doses utilizadas não foram suficientes para o K, B, Zn e Cu em alguns tratamentos, demonstrando a necessidade de utilizar doses maiores de bio sólido ou outros substratos que contenham esses nutrientes.

5 CONCLUSÕES

A sobrevivência das mudas de *H. chrysotrichus* aos 150 dias após a semeadura foi 100% em todos os tratamentos.

Houve diferença significativa para o fator biossólido e o fator casca de ovo de maneira individual, para as variáveis: teor de clorofila, volume da raiz, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson.

Para as variáveis altura, diâmetro do coleto, número de folha, massa seca da parte aérea e massa seca total, houve diferença significativa apenas da adição do biossólido. E para a variável comprimento da raiz não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Baseado no IQD, as mudas de *H. chrysotrichus* de melhor qualidade, foram obtidas com as doses de 8% de biossólido + 0,5% de doses de casca de ovo.

O biossólido e a casca de ovo contribuíram para que o ciclo de produção da muda de *H. chrysotrichus* estivesse completo em 5 meses.

A casca de ovo forneceu Ca e Mg para as mudas, porém esse resíduo deve ser utilizado em doses ideais, pois em excesso, pode retardar o crescimento das mudas.

O reaproveitamento do biossólido demonstrou ser uma alternativa viável de substrato para produção de mudas de *H. chrysotrichus*.

6 REFERÊNCIAS

- ABPA, Associação brasileira de proteína animal. **Relatórios Anuais**. 2018. Disponível em <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 29 de jul. de 2019.
- ABREU, A. H. M. et al. Biossólido e substrato comercial na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 38, p.1-10, 2018.
- ABREU, A. H. M. et al. Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1179-1190, 2017.
- ACRA, L. A.; CARVALHO, S. M.; CERVI, A. C. Biologia da polinização e da reprodução de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) mattos (Bignoniaceae Juss.). **Estudos de Biologia** (UCP. Impresso), v. 34, p. 45-49, 2012.
- AFONSO, S. R. **Análise sócio econômica da produção de não madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2008.
- ALMEIDA, K. M. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas como substrato alternativo na produção de mudas de berinjela. In: Manejo de Agroecossistemas e Agricultura Orgânica, VI CLAA, X CBA e V SEMDF, 2017, Brasília-DF. **Anais...** Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018.
- ALMEIDA, R. G. **Substratos na produção de mudas de diferentes matrizes de *Eremanthus erythropappus***. 2013. 38 f. Monografia. (Graduação em Engenharia Florestal) – Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ. 2013.
- ANDREOLI, C. V. Programa de pesquisa em saneamento básico (Brasil). **Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Curitiba: ABES, 257p., 2001.
- BALDIN, T. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho em diferentes volumes de substratos. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p. 129-133, 2015.
- BARONY, F. J. A. **Biossólidos: produção, efeitos no crescimento de mudas de eucalipto e avaliação de risco à saúde humana**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado em *Magister Scientiae*) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.
- BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. E *Lotus* L.** 1999. 268 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BERNARDINO, D. C. de S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore** [online], v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n6/a04v29n6.pdf>>. Acesso em: 16 de out. de 2020.

BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. **Uso de lodo de esgoto na agricultura**. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. Uso agrícola de lodo de esgoto - Avaliação após a resolução nº 375 do CONAMA. Botucatu, SP: FEPAF, p. 31-50, 2010.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores De Rua De Curitiba: Cultivo E Manejo**. Curitiba: Fupef, 175p., 2005.

BORGO, M.; PETEAN, M.P.; HOFFMANN, P.M. *Handroanthus chrysotrichus*: Ipê amarelo. In: CORADIN, L., SIMINSKI, A., REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – região sul**. Brasília: MMA, p.768-771, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União Brasília**: DF. 2006.

BROSTOW, W. et al. Synthesis of hydroxyapatite from eggshells. **Materials Letters**, v. 41, n. 3, p. 128-134. 1999.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013a.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013b.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012.

CAMARGO, R de. et al. Diagnose foliar em mudas de pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) produzidas com biossólido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 283-290, 2013.

CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle da qualidade de mudas florestais. In: Trigueiro, R. M.; Guerrini, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 150-162, 2003.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. UFPR-FUPEF/Campos: UNEF, 451p., 1995.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

CARVALHO, L. C. C. S. **Aproveitamento de lodo de esgoto urbano como substrato para produção de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*)**. 2018. 89f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia ambiental), Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda – RJ, 2018.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Revista Scientia Forestalis**, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CORADIN, L. et al. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro, região sul. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcb_io/_ebooks/regiao_sul/>. Acesso em: 13 de out. 2019.

CRUZ C. A. F. et al. Resposta de Mudas de *Senna macranthera* (DC. EX COOLLAD.) H. S. IRMIN & BARNABY (fedegoso) Cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico a Macronutrientes. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 13- 24, 2010.

CUNHA, A. C. M. C. M. et al. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 58, p. 35-47, jan. /jun. 2009.

CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DANIEL, O. **Silvicultura sustentável: Métodos e práticas**. Dourados, MS: Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. 235 p. Disponível em: <http://www.do.ufgd.edu.br/omardaniel/arquivos/docs/a_matdid/silvicultura/Apostila/Silvicultura%202014.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2019.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G., DURIGAN, G. Ecossistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 485-498, 2013.

DEON, M. D. **Crescimento e nutrição mineral da soja submetida a excesso de P, S, K, Ca e Mg em solução nutritiva**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em solo e nutrição de plantas) - Faculdade em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brasil, 2007.

DIAS, B. A. S. **Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhl.** 2011. 84f. Tese (Doutorado em *Doctor Scientiae*) Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

DIAS, E. S. et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**: manual. Série rede sementes do pantanal. Campo Grande, ed. UFMS, p. 50-51, 2006.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária. **A EMBRAPA nos biomas brasileiros**, 2007.

FANTINEL, V. S. et al. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de ipê-amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC). Mattos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 05-14, 2013.

FAQUIN, V. Mineral de Plantas / Valdemar Faquin. – Lavras: UFLA / FAEPE. **Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente**. 2005.

FERREIRA, D. F. 2015. **Sisvar**. Versão 5.6. Lavras: UFLA/DEX, 2015. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 19 out. 2020.

FIGUEIRA, C. H. **Aproveitamento de Casca de Ovo para Aplicações Industriais**. 2014. 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Gestão e Tecnologia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, set. 2014.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2000.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREIRE, M. N.; SOUSA, S. J. G.; HOLANDA, J. N. F. Using eggshell in red wall tiles. **Waste and Resource Management**, v. 161, n.1, p. 23-27. 2008.

GALVÃO, J. R. et al. Utilização da casca de ovo como fonte de correção da acidez do solo. **Nature and Conservation**, v.13, n. 2, p. 77-81, 2020.

GARCIA, G. O. et al. Crescimento de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de bioossólidos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 87-94, 2010.

GARCIA, L. C.; SOUSA, S. G. A.; LIMA, R. B. M de. **Seleção de matrizes, coleta e manejo de sementes florestais nativas da Amazônia**. Embrapa Amazônia Ocidental (Documentos; 89), Manaus, 20 p., 2011.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan**. 2012. 146f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria - RS, Santa Maria, 2012.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J.M., PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** (Caderno didático; 72).3º Ed. Viçosa: UFV. 2006. 116p.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, p. 309-350. 2000a.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, p. 80-102. 2000b.

GUERRA, A. et al. Morfoanatomia de folhas de sol e de sombra de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex Dc.) Mattos (Bignoniaceae). **Revista Saúde e Biologia**, v.10, n. 1, p. 59-71, 2015.

Handroanthus in **Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114078>>. Acesso em: 12 out. 2019.

HIGUCHI, P. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 893-904, 2006.

HOPPE, J. M. Produção de Sementes e Mudas Florestais. **Caderno didático**, Santa Maria, 125p., 2004.

JORGE, J. A.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Condições físicas de um latossolo vermelho- escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista brasileira de ciências do solo**, v. 15, n. 3, p. 237-240, set./dez. 1991.

JUNIOR, A. R. S.; OLIVEIRA, I. C.; JUNIOR, J. C. M. M. Tijolos ecológicos de solo cimento: alternativa sustentável à destinação do lodo gerado em estações de tratamento de esgotos. **Encontro técnico AESABESP - Associação dos Engenheiros da Sabesp.** 2018. 15p.

KNAPIK, J. G. et al. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51., p. 33-44, jul./dez. 2005.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde.* Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. **Wall-map 150cmx200cm.**

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et camage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Faculdade em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KRATZ, D. Substratos renováveis para produção de mudas de *Mimosa scabrella*. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 45, n. 2, p. 393 - 408, abr. / jun. 2015.

KRAUSE, M. R. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 293-298, 2017.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, v.13, n. 1, p. 69-78, 2006.

LOHMANN, L.G. Bignoniaceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB112305>>. Acesso em 13 out. 2019.

LOPES E.C. et al. Growth of mangrove seedlings under different levels of shading at the Peninsula of Ajuruteua, Bragança, Pará. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 291-296, 2013.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F. et al. Fertilidade do solo. **Sociedade Brasileira de ciências do solo**. Viçosa; MG. p. 1-65, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384p.

LUCENA, A. M. A. et al. Influência da natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p.112-120, 2007.

LUDUVICE, M. Experiência da companhia de saneamento do Distrito Federal na reciclagem agrícola de lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Eds.) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, p.153-162, 2000.

MAGALHÃES M. C. et al. Tratamento e valorização agrícola da casca de ovo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 191-204, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201 p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MARQUES, A. R. F. et al. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de *Eugenia uniflora* L. **Caderno de pesquisa**, v. 30, n. 1, p. 09-20, 2018.

MARQUES, M.O. et al. Desempenho de plantas de milho cultivadas em solos acrescidos de biossólido oriundo da estação de tratamento de esgoto de Barueri, localizada na região metropolitana de São Paulo. In.: Congresso interamericano de engenharia sanitária e ambiental: ABES/AIDIS, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2000.

MARTINS, J. P. R. et al. Alterações na anatomia caulinar de ipê-amarelo em diferentes condições de pré-aclimatização em tubos de ensaios. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3. p. 502-507, 2012.

MATTOS, C. M. **Substratos à base de biossólido e fibra de coco na produção de mudas da espécie florestal *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho**. 2014. 33f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Faculdade em Engenharia Florestal - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Jun. 2014.

MEDEIROS, F. M & ALVES, M. G. M. Qualidade de ovos comerciais. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 4, p. 3515-3524, 2014.

MEDEIROS, M. L. D.; SANTOS, R. V.; TERTULIANO, S. S. X. Avaliação do estado nutricional de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 31-39, 2008.

MELO W.J. et al. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 449-455, 1994.

MONACO, P. A. V. L. et al. Conchas de ostras e cascas de ovos moídas como corretivos da acidez do solo. **Engenharia na agricultura**, v. 23, n. 6, p. 584-590, 2015.

MONTEIRO, C. B. **Lodo de esgoto e diferentes sombreamentos na produção de mudas de palmeira juçara**. 2018. 57f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Faculdade de Agroecologia, Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre- ES, 2018.

MURAKAMI, F. S. et al. Physicochemical study of CaCO₃ from egg shells. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.3, p. 658-662, jul./set. 2007.

NAVES, M. M. V. et al. Fortificação de alimentos com o pó da casca de ovo como fonte de cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 99-103, jan./mar. 2007a.

NAVES, M. M. V. et al. Avaliação microbiológica do pó da casca e da técnica de elaboração do produto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 113-118. 2007b.

NEVES, A. C. M. **Determinantes do desmatamento na mata atlântica: Uma Análise Econômica**. 2006. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Economia Industrial e da Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.

NEVES, M. A. **Alternativas para valorização da casca de ovo como complemento alimentar e em implantes ósseos**. 1998. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Ciências de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1998.

Novais, R.F. et al. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.6, n.1, p.29-37, 1982.

OLIVEIRA, A.K.M.; SCHELEDER, E.J.D.; FAVORO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex.DC.) Standl. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1011-1018, 2008.

OLIVEIRA, D. A.; BENELLI, P.; AMANTE, E. R. A literature review on adding value to solid residues: egg shells. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p. 42-47. 2013.

OLIVEIRA, D. G. et al. Análise da vegetação em nascentes da bacia hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 127-141, 2012.

PAVELSKI, L. G. **Utilização de biossólido da ETE Ulysses Guimarães, Caçador (SC), na produção de mudas de cedro (*Cedrela Fissilis Vell.*)**. 2014. 43 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Faculdade de Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Medianeira, Medianeira, 2014.

PILONETTO, K. et al. Emergência e crescimento inicial de ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos) em função de diferentes condições de embalagem, substrato e tipo de fruto. In: SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA - CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ANIMAIS E FLORESTAIS, 4, 2010, Dois Vizinhos. **Resumos...** Dois vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UFTPR, 2010.

PINTO, L. V. A.; JUNIOR, J. C. O. AVALIAÇÃO DE NÍVEIS DE BISSÓLIDO NO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Solanum pseudo-quina*. IN: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010, Bauru- SP. **Resumos...** Bauru: [s.n.], 2010. 5p.

PRATES, F. B. S. et al. Crescimento e teores de macronutrientes em pinhão manso adubado com lodo de esgoto e silicato de cálcio e magnésio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 101-112, 2011.

RANGEL, E. M. et al. Espumas vítreas produzidas a partir de resíduos sólidos. **Revista Matéria**, v. 23, n. 1, 2018.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-115, 2009.

RODRIGUES, J. F.; REIS, J. M. R.; REIS, M. de A. Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 160-168, 2013.

ROSA JUNIOR, E. J. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill, em tubetes. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 2, p. 18–22, 1998.

ROSA, L. dos S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 52, n. 1, p. 87-98, 2011.

SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 159-161, jul. 2007.

SANTOS, E. R. **Caracterização química, microbiológica e toxicidade do lodo de esgoto da estação Mangueira, Pernambuco, Brasil**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Meio Ambiente) – Faculdade de Desenvolvimento em Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS, E.V.F. et al. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n. 9, p. 971-979, 2014.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**. v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

SCHEER, M. B. et al. Composto de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubria* (Vell.) Brenan. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 613-621, 2012a.

SCHEER, M. B. et al. Crescimento e nutrição de mudas de *Lafoensia pacari* com lodo de esgoto. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.1, p.55-65, 2012b.

SCOPEL, W.; BARBOSA, J. Z.; VIEIRA, M. L. Extração de pigmentos foliares em plantas de canola. **UNOESC & Ciência**, v. 2, n. 1, p. 87-94, 2011.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 6. ed. Varela, São Paulo, 2005. 623p.

SILVA, L. O. C. **Composto de lodo de esgoto, associado a frequência de irrigação e fertirrigação, para produção de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert**. 2018. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hills ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 105f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SILVEIRA, C. P., MONTEIRO, F. A. Influência da adubação com nitrogênio e cálcio nas características morfológicas e produtivas das raízes de capim-tanzânia cultivado em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 47-52, 2011.

SIMONS, P. Consumo de ovos deve aumentar. **Redação Avicultura Industrial**, 2007. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?tipo_tabela=especiais&id=29570&categoria=coberturas_on_line.> Acesso em: 17 de julho de 2019.

SIQUEIRA, D. P. et al. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *lafoensia glyptocarpa*. **Floresta**, v. 48, n. 2, p. 277-284, 2018.

SIQUEIRA, D.P.; BARROSO, D.G.; ERTHAL, R.M. Lodo de esgoto na composição de substrato para produção de mudas de Mirindiba-rosa. In.: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 12., 2016, Poços de Caldas-MG. **Anais...** Poços de Caldas-MG, 2016.

SODRÉ, L. L. **Diversidade de espécies de mudas de árvores nativas de mata atlântica em viveiros do estado do espírito santo.** 2006. 55f. Monografia (Especialização em Engenharia Florestal) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

STATSOFT, INC. Statistica (data analysis software system), version 7. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

TAIZ L & ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**, 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 954p.

TRANI, P.E.; HIROCE, R. & BATAGLIA, O.G. **Análise foliar: Amostragem e interpretação.** Campinas, Fundação Cargil, 1983, 18p.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, L. A. Uso de bio sólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 150-162, 2003.

TSUTIYA, M. T. Características de bio sólidos gerados em estações de tratamentos de esgotos. In: TSUTIYA, M. T. et al. (Ed.). **Bio sólidos na agricultura.** São Paulo: Sabesp, P. 89-131, 2001.

VILAR, J. S.; SABA-SRUR, A. U. O.; MARQUES, R. G. Composição química da casca de ovo de galinha em pó. **Boletim CEPPA**, v. 28, n. 2, p. 247-254, 2010.