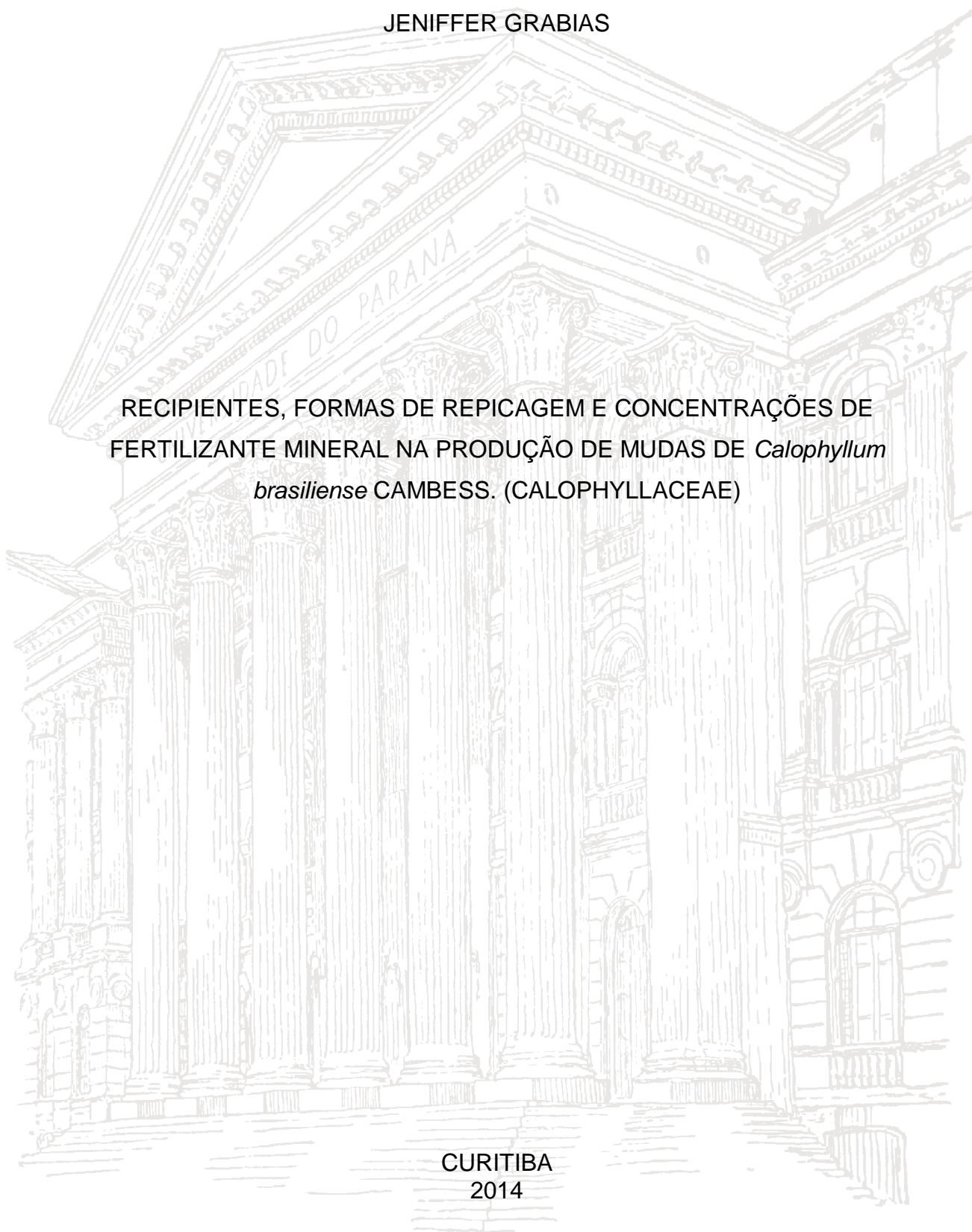


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JENIFFER GRABIAS

RECIPIENTES, FORMAS DE REPICAGEM E CONCENTRAÇÕES DE  
FERTILIZANTE MINERAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Calophyllum*  
*brasiliense* CAMBESS. (CALOPHYLLACEAE)

CURITIBA  
2014



JENIFFER GRABIAS

RECIPIENTES, FORMAS DE REPICAGEM E CONCENTRAÇÕES DE  
FERTILIZANTE MINERAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Calophyllum*  
*brasiliense* CAMESS. (CALOPHYLLACEAE)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira  
Co-orientadora: Dra. Gizelda Maia Rego  
Co-orientador: Dr. Antonio Nascim Kalil Filho

CURITIBA  
2014

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Grabias, Jeniffer

Recipientes, formas de repicagem e concentrações de fertilizante mineral na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (calophyllaceae) / Jeniffer Grabias. – Curitiba, 2014.

125 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira

Coorientadores: Dra. Gizelda Maia Rego  
Dr. Antonio Nascim Kalil Filho

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 18/07/2014.

Área de concentração: Silvicultura.

1. Árvores – Mudas - Recipientes. 2. Adubos e fertilizantes. 3. Viveiros florestais. 4. Teses. I. Nogueira, Antonio Carlos. II. Rego, Gizelda Maia. III. Kalil Filho, Antonio Nascim. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.232.32

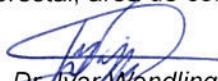


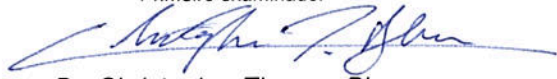
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

## PARECER

Defesa nº. 1045

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Jeniffer Grabias* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**RECIPIENTES, FORMAS DE REPICAGEM E CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* CAMBESS. (CALOPHYLLACEAE)**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em SILVICULTURA.

  
Dr. Ivar Wendling  
Embrapa Florestas  
Primeiro examinador

  
Dr. Christopher Thomas Blum  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo examinador

  
Dr. Antonio Carlos Nogueira  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 18 de julho de 2014.

  
Antonio Carlos Batista  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico - CAMPUS III - CEP 80210-170 - Curitiba - Paraná  
Tel: (41) 360-4212 - Fax: (41) 360-4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>



Aos meus queridos pais e irmão.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Deus, minha força, por sempre fazer com que todas as coisas cooperem para o meu bem.

Aos meus pais e irmão pelo grande amor, pela paciência e pelo incentivo a cada dia!

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira pela oportunidade, orientação e paciência durante este período.

Aos meus co-orientadores, Dra. Gizelda Maia Rego e Dr. Antonio Nascim Kalil Filho, pelas grandes contribuições, disponibilidade e amizades tão queridas.

Ao Dr. Edilson Batista de Oliveira e ao Dr. Marcio Carlos Navroski pela grande ajuda na parte estatística e disponibilidade com que me atenderam.

À Embrapa Florestas por todo suporte técnico durante a execução deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pela oportunidade de ingresso no Mestrado.

Aos funcionários da Embrapa Florestas que, sempre bem humorados e dispostos, me auxiliaram na execução desse trabalho, em especial ao Joel, Vero, Leonides, Décio, Harry, Jonatas, Wilson e Adilson.

À Simone e à Beth, funcionárias da biblioteca da Embrapa Florestas, que sempre me ajudaram na busca pelas literaturas.

Ao Dr. Alvaro Figueredo dos Santos e à Dra. Elisa Serra Negra Vieira pela ajuda nos trabalhos com sementes.

À Dra. Marília Borgo pelas suas contribuições na revisão de alguns textos.

Aos meus queridos amigos da pós por toda a convivência, amizade e boas risadas! Em especial à Mariane, Pablo, Santiago, Natália, Jaçanan, Eder, Samanta, Dagma, Sarah, Carla, Adriane, Etienne, Thais e Manoela.

À minha grande amiga Regina pela ajuda na compilação dos dados.

Além de alguns amigos já citados, à todos os demais que contribuíram para a realização deste trabalho: Eliziane, Gessika, Natália R., Caroline F., Izabele, Ernando, André, Érika, Janyce, Caroline R., Carolina S., Claudiane e Maria Emília.

Ao Dr. Ivar Wendling e ao Dr. Christopher Thomas Blum pelas relevantes contribuições como integrantes da banca examinadora.

À todos os meus grandes amigos que sempre me incentivaram durante este período e tornam minha vida ainda mais feliz! É uma honra tê-los em minha vida!

"Essa esperança mantém segura e firme a nossa vida,  
assim como a âncora mantém seguro o barco."

(Hebreus 6.19a)



## RESUMO

*Calophyllum brasiliense* é uma espécie florestal nativa com grande potencial para a indústria madeireira, porém apresenta sistema radicial pouco desenvolvido em relação à parte aérea. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudas em diferentes recipientes, formas de repicagem e concentrações de fertilizante. Sementes procedentes de 12 matrizes de Pontal do Paraná e Antonina, PR, foram beneficiadas e semeadas em areia. Após 60 e 75 dias da semeadura, plântulas com pelo menos dois pares de folhas expandidas foram selecionadas para medição da altura da parte aérea e diâmetro do colo. Posteriormente, foram repicadas para os respectivos recipientes conforme os tratamentos e, mantidos ou retirados seus cotilédones. O esquema foi o fatorial 2x2x4, com 16 tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de 30 mudas, totalizando 150 mudas por tratamento. Os níveis do fator A foram os recipientes (tubete de 180 cm<sup>3</sup> e tecido não tramado – TNT, de 285 cm<sup>3</sup>), do fator B as formas de repicagem (com e sem cotilédones) e, do fator C as concentrações (0; 0,3; 2,0; 3,0 ml L<sup>-1</sup>) do fertilizante Booster ZnMo®. No primeiro mês após a repicagem foi avaliada a sobrevivência das mudas e, posteriormente iniciou-se a aplicação foliar do fertilizante semanalmente até o fim do experimento. A partir do segundo mês de repicagem, foram realizadas avaliações mensais da altura da parte aérea e do diâmetro do colo de todas as mudas durante sete meses. Ao oitavo mês de idade, desde a repicagem, foi avaliada a facilidade de retirada das mudas do tubete e a agregação das raízes ao substrato, bem como a obtenção da biomassa seca aérea e radicial. Foi calculado o incremento total da altura da parte aérea e do diâmetro do colo, biomassa seca total, relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo e o índice de qualidade de Dickson. As maiores médias tanto das características relacionadas à parte aérea como de raízes foram observadas para mudas em tubetes. Em tubetes observaram-se respostas crescentes, principalmente de características da parte aérea até a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup> seguindo-se de decréscimos, para mudas com cotilédones. Para mudas de tubete sem cotilédones, também houve resposta crescente das variáveis analisadas até a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup>, seguindo-se um decréscimo ou estabilização em concentrações superiores a 2,0 ml L<sup>-1</sup>. Para mudas em TNT, ocorreu o inverso, ou seja, um decréscimo das variáveis da parte aérea até a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup>, seguindo-se uma estabilização ou continuidade de decréscimo em concentrações superiores a 2,0 ml L<sup>-1</sup> para mudas com cotilédones e, um incremento ou decréscimo dos valores da característica para mudas em TNT sem cotilédones. Nas condições do presente estudo, o recipiente tubete proporcionou os melhores resultados no crescimento de mudas de *Calophyllum brasiliense* quando comparados aos das mudas produzidas em TNT. Além disso, os cotilédones devem sempre ser mantidos durante a repicagem. Embora as respostas às concentrações de fertilizante foram positivas para mudas em tubetes, até a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup>, não houve formação de quantidade suficiente de raízes para uma boa agregação do torrão.

Palavras-chave: Guanandi. Sistema Radicial. Fertilização. Tubete. Tecido não tramado - TNT. Cotilédones.

## ABSTRACT

*Calophyllum brasiliense* is a native tree species from Brazil with a high potential for timber, but the low root system compared to the shoot structure in the earlier stages of the plant limits its production. This study aimed to evaluate the growth of seedlings according to different types of containers, two transplanting techniques and four fertilizer concentrations. Seeds of 12 mother trees were collected in Pontal do Paraná and Antonina municipalities - coastal area from Paraná state, Southern Brazil. They were prepared and sown in sand. 60 and 75 days after sowing, seedlings with at least two pairs of expanded leaves were selected for measurement of shoot height and stem diameter. Later, they were planted in containers according to different treatment, and the cotyledons were removed from part of them. The evaluation method was based on 2x2x4 factorial analysis with 16 treatments in a completely randomized design, including 30-plants five replication, totaling 150 seedlings per treatment. Factor A levels were containers (tubes of 180 cm<sup>3</sup> and fabric - TNT, 285 cm<sup>3</sup>), factor B levels represented transplanting techniques (with and without cotyledons), and the factor C levels represented the Booster ZnMo® fertilizer concentration (0.0; 0.3; 2.0; 3.0 ml.L<sup>-1</sup>). Seedling survival was evaluated in the first month after transplanting. Subsequently and until the end of the experiment, every week it was applied a leaf fertilizer. From the second to the eighth month of transplanting, monthly measurements of shoot height and the stem diameter of all seedlings were held. At the eighth month, it was evaluated how easy was the seedling removal from the tubes, how hard the root was attached to the substrate, and the weight of shoot and root dry biomass. The total increase in shoot height, stem diameter, total dry biomass, shoot height and stem diameter ratio, and Dickson quality index were calculated. The best results (highest means) of shoot and root parameters were observed for seedlings growing in tubes. All the parameters showed an increased response in this recipient for seedlings with cotyledons, especially for the shoot up to 2,0 ml.L<sup>-1</sup> fertilizer concentration. Seedlings without cotyledons showed a similar development up to 2,0 ml L<sup>-1</sup> concentration followed by a decrease or stabilization after this point. Seedlings at TNT fabric showed the opposite: shoot development decreased up to of 2.0 ml.L<sup>-1</sup>, followed by a stabilization or decrease of development for seedlings with cotyledons in concentration higher than 2,0 ml.L<sup>-1</sup> and an increase or decrease of parameters in seedlings without cotyledons. Under the conditions of this study, the tubes provided the best results in the growth for guanandi seedling, when compared to the seedlings produced in TNT fabric. Furthermore, cotyledons must be maintained during transplanting process. Although this survey showed a positive response to fertilizer concentrations in tubes up to 2,0 ml.L<sup>-1</sup>, the roots development was not enough to allow a good cluster to the clod.

Keywords: Guanandi. Root System. Fertilization. Tubes. Biodegradable TNT Fabric. Cotyledons.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - ÍNDICES DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO EM MUDAS de *Calophyllum brasiliense*. ..... 47
- FIGURA 2 - SOBREVIVÊNCIA (S) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* DESDE A REPICAGEM ATÉ A ÚLTIMA AVALIAÇÃO. TEMPO 0 = REPICAGEM; TEMPO 1 = PRIMEIRA AVALIAÇÃO DE SOBREVIVÊNCIA; TEMPO 2 A 8 = PRIMEIRA A SÉTIMA AVALIAÇÃO MENSAL. .... 50
- FIGURA 3 - ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TUBETE DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO. .... 52
- FIGURA 4 - ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TNT DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO. .... 53
- FIGURA 5 - DIÂMETRO DO COLO (DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TUBETE DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO. .... 55
- FIGURA 6 - DIÂMETRO DO COLO (DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TNT DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO. .... 56
- FIGURA 7 - RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TUBETE DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO. .... 57
- FIGURA 8 - RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TNT DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO. .... 57
- FIGURA 9 - MÉDIAS AJUSTADAS DE ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. . 61
- FIGURA 10 - MÉDIAS AJUSTADAS DE DIÂMETRO DO COLO (DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 65
- FIGURA 11 - MÉDIAS AJUSTADAS DE INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. .... 68
- FIGURA 12 - MÉDIAS AJUSTADAS DE INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 70

FIGURA 13 - MÉDIAS AJUSTADAS DE BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE..	75
FIGURA 14 - MÉDIAS AJUSTADAS DE BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE..	76
FIGURA 15 - MÉDIAS AJUSTADAS DE BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE..	78
FIGURA 16 - MÉDIAS AJUSTADAS DE RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DAS MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE.....	80
FIGURA 17 - MÉDIAS AJUSTADAS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) PARA AS MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE.....	83

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	45
TABELA 2 - MÉDIAS (cm) DE ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL. ....	59
TABELA 3 - MÉDIAS (mm) DE DIÂMETRO DO COLO (DC) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL. ....	63
TABELA 4 - MÉDIAS (cm) DE INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL. ....	67
TABELA 5 - MÉDIAS (mm) DE INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL....	69
TABELA 6 - MÉDIAS DE FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE (FR) E AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (AG) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> , AOS OITO MESES DE IDADE COM E SEM COTILÉDONES, COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL. ....	72
TABELA 7 - MÉDIAS (g) DE BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> , AOS OITO MESES DE IDADE COM E SEM COTILÉDONES, COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL. ....	73
TABELA 8 - MÉDIAS (g) DE BIOMASSA SECA TOTAL (BST) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> , AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT, COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL. ....	78
TABELA 9 - MÉDIAS DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> , AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT, COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL....	82

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE .....	19
QUALIDADE DE MUDAS.....	23
Sistema radicial.....	23
Parâmetros para classificação da qualidade de mudas.....	26
NUTRIÇÃO MINERAL .....	31
RESERVAS NUTRICIONAIS DA PLANTA .....	36
RECIPIENTES.....	39
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	43
COLETA DAS SEMENTES.....	43
SEMEADURA .....	43
REPICAGEM .....	44
INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	45
AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO .....	46
AVALIAÇÕES FINAIS.....	46
ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	48
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DAS MUDAS DURANTE O PERÍODO AVALIADO .....	49
Sobrevivência .....	49
Altura da parte aérea, diâmetro do colo e sua relação .....	52
CRESCIMENTO DAS MUDAS NO OITAVO MÊS DE IDADE.....	58
Altura da parte aérea .....	58
Diâmetro do colo .....	63

INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA E DO DIÂMETRO DO COLO.....	66
FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE E AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO .....	71
BIOMASSA SECA AÉREA, RADICIAL E TOTAL.....	73
RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON .....	80
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	85
<b>CONCLUSÕES</b> .....	86
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	87
<b>APÊNDICES</b> .....	99

## INTRODUÇÃO

As medidas visando a preservação do ecossistema nas áreas naturais remanescentes e a restauração florestal dependem, primeiramente, do conhecimento sobre as espécies, sua biologia, área de ocorrência e técnicas de cultivo (RAMOS *et al.*, 2008, p. 14). Cunha *et al.*, (2005, p. 508), ressaltam a importância do conhecimento da silvicultura da espécie que se tem interesse também para plantios comerciais, tendo em vista que os estudos sobre espécies nativas, de maneira geral, são incipientes e comumente relacionados aos aspectos botânicos e dendrológicos.

O sucesso na formação de florestas de alta produção depende principalmente do melhoramento genético e da silvicultura da espécie, que passa pela formação de mudas de qualidade. Uma muda de boa qualidade aparenta vigor e bom estado nutricional, com caule e folhas de tamanho e coloração típicos da espécie, bem como seu sistema radicial sem enovelamentos e com grande quantidade de raízes finas. Além de terem maior capacidade de sobrevivência em situações adversas em um plantio comercial ou em áreas degradadas, essas mudas são capazes de se desenvolver de maneira satisfatória com crescimento volumétrico economicamente desejável. Porém, para que isso ocorra, deve-se dar atenção especial aos fatores (como qualidade da semente, substrato e recipiente) pertinentes durante a produção destas mudas visando a produtividade final (GONÇALVES *et al.*, 2000, p. 312, 314; SANTOS *et al.*, 2000, p. 2; GOMES; PAIVA, 2004, p. 9).

A formação de mudas florestais requer técnicas e cuidados especiais, além de necessitar investimento em materiais, mão-de-obra, espaços, entre outros. Desta maneira, quanto mais curto for o período para a produção de um lote de mudas em viveiro, maior será a possibilidade de utilização desses fatores, permitindo assim distribuição de gastos sobre um maior número de mudas e, conseqüentemente, baixando o custo por unidade produzida (BRASIL; SIMÕES, 1973, p. 79).

O método mais natural para a produção de mudas é o plantio direto em cova, ou seja, a semeadura direta em campo, pois, permite um melhor crescimento do sistema radicial da planta de maneira natural, conforme a característica de cada espécie, desde que não haja restrições ambientais ao seu crescimento. Isso resultaria em um crescimento de parte aérea e produtividade desejáveis. Entretanto,



esse método de semeadura para grandes povoamentos torna-se inviável devido às muitas condições ambientais desfavoráveis e aos custos de produção elevados. Dessa forma, a produção das mudas em viveiro proporciona maior segurança para os produtores uma vez que a fase de germinação, considerada mais sensível, ocorre sob condições controladas. Com isso, há maior economia de sementes bem como uma maior porcentagem de sobrevivência das mudas produzidas, as quais irão à campo mais rustificadas. Todavia, a maior desvantagem é a deformação radicial provocada na formação da muda pelo uso de recipientes inadequados ou plantio mal feito (SIMÕES, 1987, p. 3).

O equilíbrio entre o sistema radicial e a parte aérea das mudas é fundamental para o sucesso da produção de mudas em um viveiro (CAMARGO; SILVA, 1990, p. 19). Além disso, a produção de uma cultura é dependente de mais de uma centena de variáveis relacionadas com os fatores climáticos, fatores inerentes à própria planta e atributos (propriedades ou características) do substrato onde ela cresce (MEURER, 2007, p. 66).

Uma alternativa para obter mudas de melhor qualidade e melhor desempenho em campo é a suplementação de nutrientes por meio da adição de fertilizantes ao substrato, via água de irrigação ou pela aplicação foliar periódica com solução nutritiva durante o desenvolvimento da muda (BEZERRA *et al.*, 2007, p. 46).

Segundo Cunha *et al.* (2005, p. 508), uma das maiores dificuldades enfrentadas por quem trabalha com produção de mudas de espécies florestais nativas é o crescimento lento de muitas delas, principalmente das espécies dos estágios finais da sucessão. Por esse motivo, torna-se relevante a definição de estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo possível e em condições acessíveis aos médios e pequenos produtores.

Na literatura, trabalhos sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* são incipientes. Em 2004, mudas de progênies de guanandi oriundas de coletas de sementes no litoral do Paraná foram formadas em tubetes com 75 cm<sup>3</sup> e plantadas após 24 meses com sobrevivência acima de 80% em área de produtor em Santa Catarina (Informação verbal)<sup>1</sup>, o que suscitou recomendações de tubetes com 75 ou

---

<sup>1</sup> KALIL FILHO, A. N. **Informações sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense***. Embrapa Florestas, Colombo, 30 abril 2014. Comunicação verbal.

120 cm<sup>3</sup> (este último também vinha sendo utilizado com sucesso para diversas espécies nativas) (KALIL FILHO *et al.*, 2007, p. 3). No mesmo trabalho, os autores recomendaram adubações pós-repicagem com sulfato de amônio ou uréia, supersimples, cloreto de potássio e fosfato de araxá, cujo protocolo vinha sendo utilizado para espécies nativas.

Entretanto, posteriormente, foram constatadas limitações no crescimento de mudas de guanandi. A primeira delas quando, observou-se que, na época de repicagem das mudas, algumas apresentavam o início de formação da parte aérea sem, todavia, apresentarem crescimento radicial proporcional. Também, em pesquisas sobre nutrição mineral do guanandi em condições de casa de vegetação, observou-se que mudas cultivadas em vasos maiores apresentaram, aos três anos de idade, sensível desproporção entre o tamanho da parte aérea e a quantidade de raízes, o que suscitou a hipótese da necessidade de aplicação de tratamentos em condições experimentais que pudessem acelerar o crescimento das mudas pós-repicagem (Informação verbal)<sup>2</sup>.

Sendo assim, a hipótese deste trabalho é de que há efeito significativo do recipiente, da retirada de cotilédones e de micronutrientes no crescimento de mudas de guanandi. Dessa forma, o objetivo geral foi avaliar o crescimento de mudas de *Calophyllum brasiliense* produzidas com diferentes recipientes, formas de repicagem e concentrações de fertilizante mineral, enquanto os objetivos específicos são:

- Avaliar o efeito de diferentes recipientes (tubete e tecido não tramado biodegradável - TNT), no crescimento de mudas de guanandi;
- Analisar a influência da retirada e manutenção dos cotilédones pós-repicagem, durante o crescimento de mudas da espécie;
- Verificar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de fertilizante mineral, composto por zinco e molibdênio, no aumento do volume de raízes de mudas de *C. brasiliense*.

---

<sup>2</sup> KALIL FILHO, A. N. **Informações sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense***. Embrapa Florestas, Colombo, 30 abril 2014. Comunicação verbal.

## REVISÃO DE LITERATURA

### CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

Conhecido popularmente como olandi, jacareúba e guanandi, *Calophyllum brasiliense* Cambess. é uma espécie arbórea nativa, mas não endêmica do Brasil, pertencente à família Calophyllaceae (BITTRICH, 2014, p. 1). O gênero *Calophyllum* é pantropical e compreende 187 espécies de árvores e arbustos distribuídas pelas Américas do Sul e Central e continente asiático, em locais de floresta tropical predominantemente de planície, mas algumas espécies também crescem em áreas mais montanhosas. A madeira das espécies maiores têm alto valor econômico principalmente para o comércio madeireiro, construção naval e uso medicinal (STEVENS, 1980, p. 168).

*Calophyllum brasiliense* ocorre naturalmente desde o Sul do México até o Sul do Brasil (Estado de Santa Catarina) em florestas tropicais (REITZ; KLEIN; REIS, 1979, p. 219; JOKER; SALAZAR, 2000, p. 1). Na Amazônia é frequente nas várzeas e igapós e, ocorrendo ainda no Cerrado, restinga e matas do centro do Brasil (RIZZINI, 1978, p. 60). No Paraná é frequente em toda a planície litorânea, locais com arenosidade acentuada com drenagem deficiente, comportando-se como uma das espécies mais frequentes do dossel da floresta (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 113). Roderjan *et al.* (2002, p. 80, 84) comentam que no Estado do Paraná, *C. brasiliense* é espécie predominante em solos mal drenados da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e, está presente também ao longo dos cursos d'água que formam vales sujeitos a inundações periódicas, em solos hidromórficos, na Floresta Estacional Semidecidual Aluvial. Esta alta frequência deve-se, primordialmente, à sua alta regeneração natural e excelente dispersão feita por morcegos (zoocórica) (Informação verbal)<sup>3</sup>.

Trata-se de uma espécie perenifólia, heliófita ou de luz difusa, característica das florestas pluviais localizadas sobre solos úmidos e brejosos. É encontrada tanto

---

<sup>3</sup> KALIL FILHO, A. N. **Informações sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense***. Embrapa Florestas, Colombo, 30 abril 2014. Comunicação verbal.

na floresta primária densa como em vários estágios da sucessão secundária, como capoeiras e capoeirões. Pode crescer em área de mangue e até mesmo se desenvolver dentro da água (LORENZI, 2008, p. 98).

O guanandi é uma árvore com altura que pode variar de 20 a 30 m, de tronco espesso com cerca de 40 a 60 cm de diâmetro (LORENZI, 2008, p. 98), revestido com casca característica pelas fissuras largas e fusiformes, dura, parda, com líber avermelhado e pouco látex amarelo e alguma resina (RIZZINI, 1978, p. 60). O tronco é reto, cilíndrico e sua ramificação é grossa, formada por poucos mas longos galhos, formando copa umbeliforme com folhagem densa, verde escura e brilhante ao sol (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 113). Seu fuste pode atingir os 15 m de altura (CARVALHO, 2003, p. 488).

A cor da madeira é variável do róseo-pardacento ao bege-rosado, tendendo para castanha, uniforme, com superfície pouco lustrosa e algo áspera. Trata-se de uma madeira pesada e dura, longamente durável e forte (RIZZINI, 1978, p. 60), com densidade de 0,62 g/cm<sup>3</sup> (LORENZI, 2008, p. 98). Possui retratibilidade e resistência mecânica médias e, quando usadas soluções preservativas, deve apresentar baixa permeabilidade pois possui poros parcialmente preenchidos por óleo-resina. Possui cheiro e sabor indistintos (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 113).

A madeira do guanandi possui diversas aplicações devido às suas características físico-mecânicas, tornando-a fácil de se trabalhar, e por apresentar um aspecto agradável após ser envernizada. Na construção civil é uma das espécies mais utilizadas no litoral paranaense, principalmente em peças internas como assoalhos, taboados, vigas, ripas, rodapés e molduras (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 116). Devido à sua boa resistência ao apodrecimento quando em contato com a água, é ideal para a confecção de canoas e mastros de navios. Por esse motivo, o governo imperial reservou para o Estado o monopólio de exploração dessa madeira em 1810 para uso exclusivo na confecção de mastros e vergas de navios, sendo, portanto, a primeira madeira nobre do país (lei de janeiro de 1835). Além disso, tem uso bastante amplo em marcenaria e carpintaria (LORENZI, 2008, p. 98).

Suas folhas são coriáceas, glabras, nítidas em cima, em ambas as faces com numerosíssimas nervuras laterais muito aproximadas, paralelas, deixando entre si um espaço de apenas 0,5 a 1 mm, elípticas até suborbiculares, entre oliváceas e pardas quando secas, com dimensões que variam de 7 a 15 cm de comprimento por

4 a 7 cm de largura, com pecíolo de 1 a 2 cm (RIZZINI, 1978, p. 60). As flores podem ser masculinas ou hermafroditas, sendo semelhantes tanto no tamanho quanto na morfologia; são pequenas (5 a 6 mm), brancas, pouco vistosas, arranjadas em inflorescências racemiformes e polinizadas principalmente por abelhas, portanto considerada uma espécie apícola (RIZZINI, 1978, p. 60; FISCHER; SANTOS, 2001, p. 903, 904, 907; CARVALHO, 2003, p. 493). A floração é variável em virtude de sua ampla ocorrência, mas no Paraná acontece de janeiro a março (CARVALHO, 2003, p. 488).

Produz abundantes frutos do tipo drupáceo globoso, com 1,5 a 2 cm de diâmetro, com a superfície alveolada (REITZ; KLEIN; REIS, 1979, p. 219), carnosos, indeiscentes, com pericarpo verde lactescente quando maduro e polpa oleaginosa. As sementes são globosas e de cor castanha. A dispersão dos frutos e sementes pode ser autocórica, hidrocórica ou zoocórica, a qual parece ser a mais predominante (CARVALHO, 2003, p. 488) principalmente por morcegos do gênero *Artibeus* (FISCHER; SANTOS, 2001, p. 904; MELLO *et al.*, 2005, p. 181). De acordo com Nery *et al.* (2007, p. 145), as sementes da espécie tem amido como principal fonte de reserva, mas é constituída também por proteínas, carboidratos e lipídeos.

Os frutos amadurecem de maio a fevereiro no Paraná (CARVALHO, 2003, p. 488) e mantém suas sementes viáveis e capazes de germinar após vários meses de submersão, embora não germinem enquanto inundadas (MARQUES; JOLY, 2000a, p.119). É comum encontrar frutos do guanandi nas areias das praias do litoral, quilômetros de distâncias das árvores matrizes. Um quilograma contém em média 700 sementes que germinam com facilidade em diferentes substratos (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 113). A plântula desta espécie é caracterizada como hipógea e sua germinação é criptocotiledonar (STEVENS, 1980, p. 123; OLIVEIRA, 1993, p. 191, MARQUES e JOLY, 2000b, p. 108; NERY *et al.*, 2007, p. 195) e ocorre de forma irregular, entre 15 e 95% tanto para as sementes não despulpadas quanto nas que passam pelo trato digestivo de morcegos (CARVALHO, 2003, p. 491) e, sob temperatura ambiente, transcorre num período entre 30 e 90 dias (KALIL FILHO *et al.*, 2007, p. 3). Em condições de viveiro, as plântulas são vigorosas e grandes, porém apresentam sistema radicial reduzido (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 113; CARVALHO, 2003, p. 491).

O guanandi apresenta potencial medicinal, podendo ser utilizado no tratamento de úlceras, processos inflamatórios, combate à dor e, a espécie ainda

apresenta alguns compostos com atividades anti-HIV e citotóxicas. A espécie, abundante no Brasil, e com potencial terapêutico comprovado em vários estudos experimentais, pode vir a se tornar um novo fitoterápico genuinamente brasileiro. (HUERTA-REYES *et al.*, 2004, p.1475; ISAIAS *et al.*, 2004, p. 879; NOLDIN; ISAIAS; FILHO, 2006, p. 553).

Além disso é uma espécie ornamental, podendo ser empregada no paisagismo em geral e, por ser uma espécie atrativa à fauna, é muito útil no reflorestamento misto de áreas ciliares degradadas e de preservação (LORENZI, 2008, p. 98). O mesmo autor ainda comenta que esta espécie tem sido cultivada em plantios homogêneos para a exploração de sua madeira. Porém, Carvalho (2003, p. 491) informa que o guanandi é intolerante a baixas temperaturas, mesmo sob plantio em vegetação matricial arbórea. Por isso, o autor recomenda o plantio misto a pleno sol, associado com espécies pioneiras e secundárias.

*Calophyllum brasiliense* é uma espécie florestal importante nos vários países de ocorrência. As plantações de semeadura direta apresentam êxito, com germinação de quase 100% (LOPEZ *et al.*, 1987, p. 138), porém, gerando plantios desuniformes devido à sua alta variabilidade (Informação verbal)<sup>4</sup>. Schmidt e Volpato (1972, p. 105, 115, 116) relatam que em experimento realizado em Manaus, Amazonas, o guanandi apresentou incremento médio volumétrico anual (IMA) de 8,40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, aos nove anos de idade. Estes achados mostram grande variabilidade para incremento volumétrico de madeira na espécie em condições de campo, mostrando a necessidade de outras pesquisas com a silvicultura da espécie.

A espécie apresenta grande vitalidade, facilidade de reprodução, é adequada para plantios sob cobertura, quer no interior de matas primárias como em capoeirões de planície litorânea, sobre solos arenosos e úmidos, ou nas margens dos rios que periodicamente inundam esses locais. O número de plantas de regeneração natural é satisfatório, podendo ser utilizadas para programas locais de enriquecimento em pequenas áreas para conservação (INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984, p. 113) tendo em vista a alta diversidade genética encontrada em populações como esta de regeneração natural (KAWAGUICI; KAGEYAMA, 2001, p. 141).

---

<sup>4</sup> KALIL FILHO, A. N. **Informações sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense***. Embrapa Florestas, Colombo, 30 abril 2014. Comunicação verbal.

Carvalho (2003, p. 493) comenta que a espécie ainda é pouco utilizada no Brasil, em contraste com outros países da América do Sul e do Caribe, mas possui grande potencial de substituir o mogno (*Swietenia* spp.) e o cedro (*Cedrela* spp.) pelas características estéticas da madeira que possui, com inúmeras aplicações no comércio madeireiro. O corte final do guanandi é previsto entre o 18º e o 20º ano e os desbastes após 6, 12 e 15 anos. O rendimento estimado é de 300 m<sup>3</sup> de madeira em tora por hectare e, o valor do metro cúbico de sua madeira se aproxima muito a do mogno e cedro (TROPICAL FLORA REFLORESTADORA, 2014, p. 1).

## QUALIDADE DE MUDAS

### Sistema radicial

As raízes são adaptadas para crescer através do solo e detêm a função de absorção de água e nutrientes minerais nos espaços capilares entre as partículas do solo (TAIZ; ZEIGER, 2009, p. 461). É também o órgão responsável pela fixação da planta em um substrato e meio pelo qual a água e os sais minerais são conduzidos aos cotilédones e à gema apical (OLIVEIRA, 1993, p. 187). As raízes são importantes fontes de assimilados (reserva) para o crescimento de novas folhas, as quais, posteriormente, contribuirão para a formação de outras folhas e para o crescimento da planta (LARCHER, 2000, p. 162, 163).

Constantino (2009, p. 32) salienta que a ancoragem, função das raízes mais espessas, é muito importante para a planta devido ao fato de mantê-la fixa no solo, geralmente na vertical, enquanto as raízes mais finas empregam-se em absorver água e nutrientes. Alguns assimilados destas raízes são deslocados e armazenados pelas raízes mais grossas da planta, o que admite uma nova função para este tipo de raízes.

O sistema radicial das plantas desenvolve-se seguindo um padrão morfológico de acordo com a espécie e estende-se conforme as possibilidades do ambiente (estrutura e profundidade do solo). Em plantas com sistemas radiciais intensivos, a superfície ativa é aumentada por meio do crescimento extremamente

denso das raízes fibrosas. Nas plantas que possuem sistema radicial extensivo, ocorre a exploração de grandes volumes do solo em locais mais distantes e mais úmidos, tanto por meio de raízes com grande capacidade de crescimento em extensão, acompanhando as camadas superficiais do solo como em direção ao lençol freático (LARCHER, 2000, p. 245). Bengough *et al.* (2011, p. 59) afirmam que os sistemas radiciais extensos são vitais às plantas, principalmente àquelas cultivadas em solos que contêm quantidade de água e nutrientes insuficientes.

Tendo em vista o efeito da forma de raiz na estabilidade da planta, Lindgren e Robert (2006, p. 6, 7) apontam que as plantas que são pobres em raízes laterais poderão sofrer consequências em longo prazo em sua fase adulta devido aos problemas com a estabilidade delas no solo. Além disso, existe uma maior propensão à mortalidade devido à menor área total de raízes laterais pelo fato de não disporem de muitas reservas que ajudarão a torná-la mais resistente sob estresse.

Segundo Gonçalves *et al.* (2000, p. 325, 329) as espécies clímax possuem uma menor taxa de crescimento e um sistema radicial menos ramificado, de menor comprimento, geralmente com raízes finas mais espessas, escuras e, com menor capacidade de absorção de nutrientes. Em contrapartida, demandam menor quantidade de nutrientes e, por isso têm menor potencial de resposta à fertilização. No entanto a tendência para o envelhecimento das raízes é baixo.

Considerando a importância de se trabalhar com mudas capazes de suportar fatores de estresse em campo como um período de seca, Bengough *et al.* (2011, p. 66) comentam que as raízes alongam mais lentamente em solos onde há uma combinação da resistência mecânica e do estresse hídrico. Entretanto, quando o solo apresenta macroporos e outros canais há benefícios para o crescimento adequado das raízes. Neste caso, provavelmente os pelos radiculares têm papel significativo, sendo suficientes para auxiliar na fixação da ponta da raiz em busca de água e nutrientes.

Larcher (2000, p. 245) comenta que conforme o solo torna-se seco, algumas regiões do sistema radicial morrem, enquanto outras partes crescem ramificando-se densamente para exploração eficiente dos recursos hídricos do solo.

Plantas que possuem sistema radicial mais profundo em direção ao solo úmido podem sofrer menos consequências quando em situação de déficit hídrico, mecanismo considerado como uma segunda linha de defesa contra a seca. No



entanto, plantas com sistema de raízes mais superficial podem sofrer sérios danos por déficit hídrico, principalmente quando estão em período reprodutivo. Isto porque o crescimento de raízes em direção às áreas mais úmidas do solo requer a presença de assimilados em seus ápices de crescimento. Porém, no período reprodutivo, os assimilados são translocados para os frutos, desta forma, a competição por assimilados entre raízes e frutos explica por que as plantas são geralmente mais sensíveis ao estresse hídrico durante a reprodução. (TAIZ; ZEIGER, 2009, p. 741).

Sturion e Antunes (2000, p. 126, 127) comentam que o crescimento e a eficiência do sistema radicial são fortemente influenciados pela aeração do solo. O oxigênio utilizado no processo de respiração pelas células das raízes é obtido por meio dos macroporos do substrato. Caso a aeração deste seja precária, por exagerada compactação ou excesso de água, o sistema radicial poderá sofrer sérias consequências.

Malavolta e Romero (1975, p. 67) relatam que de um modo geral, as raízes que se desenvolvem em um substrato com adequada aeração são longas, de cor clara e com grande quantidade de pelos absorventes. No entanto, as raízes que por ventura conseguem se desenvolver em solos com aeração deficiente tornam-se mais grossas, curtas, escurecidas e com poucos pelos absorventes, o que compromete o crescimento da parte aérea.

Sturion e Antunes (2000, p. 129, 130) explicam que as raízes podem ter seu crescimento máximo quando o substrato está com sua capacidade de campo mínima. Isto porque a água e os sais minerais dissolvidos que estão em áreas ainda não alcançadas pelas raízes, mesmo que por poucos centímetros, não são aproveitáveis pelas plantas. Caso a umidade do substrato seja mantida em sua capacidade máxima de retenção de água (pela frequência de irrigações em viveiro, por exemplo), o crescimento do sistema radicial será mínimo, pois a água está prontamente disponível à planta. Ao contrário, a falta de água pode estimular o crescimento permanente das radículas devido à busca pela água para sua sobrevivência. Por este motivo, é que em ambientes mais secos há maior abundância de raízes do que em solos mais úmidos.

Para a formação de mudas com qualidade superior, a utilização de práticas silviculturais adequadas podem garantir o sucesso de crescimento de raízes e permitir que estas explorem melhor o solo (GROSSNICKLE, 2005, p. 288; LINDGREN; ROBERT, 2006, p. 7) e que sejam evitados maiores danos por vários

anos após o plantio devido, por exemplo, a uma deformidade na raiz (LINDGREN; ROBERT, 2006, p. 6).

Além disso, juntamente com os fatores externos (ambientais), os hormônios vegetais (fator endógeno) também promovem a regulação do crescimento e do desenvolvimento da planta (LARCHER, 2000, p. 296). Exemplo disso é no caso de haver bloqueio da síntese de etileno, em que baixas concentrações de auxina ( $10^{-10}$  a  $10^{-9}$  M) promovem o crescimento de raízes intactas, enquanto altas concentrações ( $10^{-6}$  M) inibem o crescimento. Dessa forma, é provável que as raízes necessitem de uma concentração mínima de auxina para seu crescimento, porém ocorre a inibição do mesmo quando concentrações mais elevadas deste hormônio estão presentes, o qual promove o alongamento de caules (TAIZ; ZEIGER, 2009, p. 545, 644).

#### Parâmetros para classificação da qualidade de mudas

O padrão de qualidade de mudas de espécies florestais varia entre espécies e entre sítios, devido às características edafoclimáticas regionais. Com isso, o ideal é que as mudas produzidas apresentem características que possam oferecer resistência às condições adversas que poderão ocorrer durante seu estabelecimento e crescimento em campo. O aumento da porcentagem de sobrevivência é decorrente da utilização de mudas de melhor padrão de qualidade. Por diversas vezes, o replantio das mudas torna-se desnecessário, devido à pequena taxa de mortalidade constatada mesmo meses após o plantio, o que evita perdas para o produtor (CARNEIRO, 1995, p. 57, 58, 81).

Apesar do sucesso das plantações florestais estar relacionado principalmente às mudas utilizadas, a seleção dos parâmetros que avaliam a qualidade destas mudas ainda não está definida e, na maioria das vezes, a sua avaliação não é operacional em grande parte dos viveiros (GOMES *et al.*, 2002, p. 656). Entretanto, a qualidade das mudas reflete no crescimento futuro das árvores e, portanto, pode influenciar na produtividade da floresta (SIMÕES, 1987, p. 6).

Dentre os diversos parâmetros utilizados para a determinação da qualidade de mudas de espécies florestais para plantio, estão os fisiológicos e os morfológicos (características internas e externas ou fenotípicas, respectivamente). Entretanto, a

qualidade tanto fisiológica quanto morfológica das mudas depende do patrimônio genético (conjunto dos genes do indivíduo) e da procedência das sementes, das condições ambientais e dos métodos e das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e do tipo de transporte dessas para o campo (STURION; ANTUNES, 2000, p. 126, 127; GOMES; PAIVA, 2004, p. 93). Além destas, as avaliações qualitativas de facilidade de retirada da muda do recipiente e de agregação das raízes ao substrato, visando a integridade do torrão formado, também têm sido utilizadas para determinação da qualidade de mudas produzidas antes de serem enviadas ao plantio ou venda (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007, p. 215).

Tanto os parâmetros fisiológicos quanto os morfológicos apresentam vantagens e desvantagens na avaliação da qualidade das mudas. Por esse motivo, podem ser utilizados sozinhos ou em conjunto, dependendo do nível de qualidade que se quer ter, de acordo com a finalidade da produção das mudas. Juntamente com os parâmetros morfológicos, os índices (resultantes das relações entre estes parâmetros) também poderão ser usados para a classificação das mudas. Devido à facilidade de avaliações e, ou, visualizações, os parâmetros morfológicos são os mais utilizados, sendo os principais: altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa seca aérea, biomassa seca radicial e biomassa seca total. Dentre os índices mais usuais estão a relação da altura da parte aérea com o diâmetro do colo e o índice de qualidade de Dickson (GOMES; PAIVA, 2004, p. 94 a 101).

Gomes e Paiva (2004, p. 95, 96) afirmam que a altura da parte aérea é um excelente parâmetro para avaliar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais, ainda que existam controvérsias sobre a definição do tamanho ideal de mudas para o plantio definitivo. Gomes *et al.* (2002, p. 663) comentam que, além de sua medição ser muito fácil, as amostras não precisam ser destruídas.

Entretanto, a utilização da medição da parte aérea das mudas como único parâmetro pode apresentar deficiências no julgamento quando se espera alto desempenho delas em campo. Há controvérsias de que as mudas têm crescimento diferenciado em campo, independentemente de seu tamanho inicial. Isso pode ser consequência das práticas adotadas em viveiro. Mudas sombreadas, adensadas, estioladas ou com quantidades de adubações, principalmente nitrogenadas, acima do necessário ou desbalanceadas, possuem maiores alturas. Entretanto, na maioria das vezes apresentam haste fina, menor diâmetro de colo e menor biomassa seca, o

que acarreta em menor resistência às condições adversas no campo, maior mortalidade e perdas econômicas (GOMES; PAIVA, 2004, p. 95, 96).

No momento do plantio, a altura das mudas é fator influente para a sobrevivência e desenvolvimento dessas durante os primeiros anos. Existem valores de crescimento em altura mínimos e máximos, na fase de viveiro, sendo que as mudas que apresentam valores que estão fora destes, poderão ter desempenhos não satisfatórios depois de plantadas. As mudas devem apresentar um diâmetro de colo mínimo, conforme a espécie e que seja compatível com a altura (CARNEIRO, 1995, p. 71). Assim, como a avaliação da altura da parte aérea, a medição do diâmetro do colo é um parâmetro fácil, viável e não necessita da destruição da muda para sua obtenção (GOMES *et al.*, 2002, p. 660).

A mensuração do diâmetro do colo é considerada como um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência de mudas de diferentes espécies florestais, logo após o plantio. As mudas devem apresentar diâmetros de colo maiores para melhor equilíbrio do crescimento da parte aérea, principalmente quando for necessária a rustificação. Este parâmetro está fortemente correlacionado com o aumento nas taxas de sobrevivência, crescimento no campo e demais características das mudas, chegando a explicar 70 a 80% das diferenças de biomassa seca que ocorrem entre elas. A definição de um valor de diâmetro do colo ideal dependerá da espécie, técnicas de produção e condições ambientais (GOMES; PAIVA, 2004, p. 96, 97).

Os parâmetros relacionados à produção de biomassa seca têm sido considerados importantes na caracterização da qualidade das mudas florestais, pois indicam a rusticidade das mesmas. Entretanto, sua execução em muitos viveiros é imprópria, pois requer a destruição da muda e o uso de estufa e balança de precisão. Tanto a sobrevivência quanto o crescimento inicial das mudas em campo estão diretamente correlacionados com o seu peso de biomassa seca. Porém, há que se considerar separadamente a biomassa seca total, a da parte aérea e a das raízes. Na produção de mudas de espécies florestais sombreadas ocorre diminuição de produção de biomassa seca à medida que se aumentam os níveis de sombreamento. Portanto, definir a qualidade de uma muda apenas com base na biomassa seca pode ser equivocada (GOMES; PAIVA, p. 97, 98).

Por outro lado, para dar suporte à massa verde produzida também é necessário um ótimo crescimento radicial, consequência de outros aspectos, para

que a muda tenha um desenvolvimento correspondente às expectativas (CARNEIRO, 1995, p. 71). Sob o ponto de vista fisiológico, este volume de raízes é de fundamental importância para o estabelecimento da muda em campo, pois está diretamente relacionado com a absorção de água e de nutrientes do solo. Devido a este fato, deve-se conferir maior importância aos aspectos relacionados às raízes (NOVAES, 1998, p. 12) tendo em vista a estreita correlação entre a biomassa seca das raízes e a altura da parte aérea (GOMES; PAIVA, 2004, p. 98).

Quanto aos índices para verificação da qualidade das mudas, a relação da altura da parte aérea (cm) com o diâmetro do colo (mm) exprime o equilíbrio de crescimento das mudas, no viveiro, pois une dois parâmetros em apenas um índice. Desta relação resulta um valor absoluto, obtido da divisão, sem o uso de qualquer tipo de unidade. O fato é que, quanto menor for a média dos diâmetros do colo, maior será o resultado da relação H/DC (CARNEIRO, 1995, p. 79).

É necessário que as mudas tenham o equilíbrio entre a altura da parte aérea e o seu respectivo diâmetro do colo para que sejam mais robustas e resistentes às condições de estresse em campo, garantindo maior sobrevivência e evitando replantios (GOMES; PAIVA, 2004, p. 99, 100). Além dos valores do índice, deve-se observar se o diâmetro do colo das mudas é compatível à altura, evitando que se selecione mudas altas, porém muito delgadas, por exemplo (CARNEIRO, 1995, p. 80).

Esse índice é fácil de ser obtido, pois, requer os valores de medições da altura da parte aérea e do diâmetro do colo para seu cálculo, também denominado quociente de robustez. É considerado um dos métodos de caracterização de qualidade de mudas mais preciso, pois fornece informações de quanto delgada está a muda. O importante é que o método não é destrutivo (GOMES; PAIVA, 2004, p. 99). No entanto, Carneiro (1995, p. 80) salienta que a grande desvantagem deste método é que o sistema radicial não é considerado.

O Índice de Qualidade de Dickson – IQD (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960, p. 11) é uma fórmula balanceada que abrange as relações dos seguintes parâmetros morfológicos: biomassa seca total (BST), biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca radicial (BSR), altura da parte aérea (H) e diâmetro do colo (DC), por meio da seguinte fórmula:

$$\text{IQD} = \frac{\text{BST}}{\text{H} / \text{DC} + \text{BSA} / \text{BSR}}$$

Onde:

IQD = Índice de Qualidade de Dickson

BST = Biomassa seca total (g)

H = Altura (cm)

DC = Diâmetro do colo (mm)

BSA = Biomassa seca aérea (g)

BSR = Biomassa seca radicial (g)

Quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas. O IQD é um bom indicador da qualidade das mudas pois considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando vários parâmetros considerados importantes. Com base nos trabalhos de pesquisa, foi estabelecido um valor mínimo de 0,20 como bom indicador para a qualidade de mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies* (GOMES; PAIVA, 2004, p. 101).

Por fim, as avaliações qualitativas de facilidade de retirada da muda do tubete e agregação das raízes ao substrato (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007, p. 215), são indicações muito importantes, principalmente para o tipo de substrato a ser utilizado em escala comercial, pois em substratos difíceis de serem retirados da embalagem, ocorre a desintegração do torrão formado (STURION; ANTUNES, 2000, p. 140; WENDLING; GUASTALA; DOMINGOS, 2006, p. 30).

Nos casos em que o torrão da muda não esteja bem agregado, ou seja, se esfarele com facilidade, as raízes da muda ficam expostas ao ressecamento dificultando o estabelecimento e sobrevivência das mesmas em campo. Se, por outro lado, o torrão for muito coeso (firme), o torrão ficará aderido no tubete, dificultando a sua retirada e podendo levar à ruptura de raízes, bem como gerar sérios problemas no desenvolvimento do sistema radicial das mudas (WENDLING; DELGADO, 2008, p. 3, 4).

Existem correlações positivas entre a facilidade de retirada das mudas do tubete com a agregação das raízes ao substrato, denotando que um substrato que provoca uma boa agregação do sistema radicial resulta melhorias no processo de embalagem e expedição das mudas produzidas para o local de plantio definitivo. Além disso, pode ocorrer que, as mudas mais altas proporcionem uma maior

facilidade de retirada delas dos tubetes e maior agregação (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007, p. 217).

Além disso, Mula (2011, p. 11) comenta que um sistema radicial bem agregado ao substrato resulta em pegamento maior e crescimento mais rápido no plantio. Por outro lado, Trigueiro e Guerrini (2003, p. 157) verificaram que o baixo desenvolvimento de raízes laterais em *Eucalyptus grandis* não permitiu boa agregação do sistema radicial ao substrato, porém houve grande facilidade de retirada das mudas do recipiente.

## NUTRIÇÃO MINERAL

A nutrição das plantas envolve a absorção de todas as substâncias inorgânicas do ambiente que são necessárias para os processos biogeoquímicos essenciais, a distribuição dessas substâncias dentro delas e sua utilização no metabolismo e no crescimento (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 663). Desta maneira, Malavasi (1994, p. 133) afirma que, em geral, qualquer nutriente envolvido nos diversos processos metabólicos, associados à diferenciação e formação do meristema radicular é essencial para o início da formação das raízes.

Dezenas de características de solo, de planta, de sistemas de manejo e de clima interferem, direta ou indiretamente, no crescimento dos vegetais. Muitos destes fatores podem ser controlados enquanto outros não, como por exemplo, os fatores climáticos. Existem fatores de natureza química que também podem influenciar, positiva ou negativamente, no crescimento das plantas. Provavelmente é difícil classificá-los ou separá-los pois, em muitos casos estão intimamente relacionados e interagem entre si. De uma maneira geral podem ser classificados com relação à composição mineralógica do solo, disponibilidade de nutrientes, presença de elementos tóxicos, presença de metais pesados e teor de matéria orgânica, entre outros (MEURER, 2007, p. 66, 71).

Em se tratando dos fatores específicos da planta que determinam menor ou maior produtividade das culturas e, conseqüentemente o retorno econômico estão: condições edafoclimáticas locais, sementes oriundas de indivíduos selecionados para incremento volumétrico de madeira, qualidade das mudas utilizadas no plantio,

adequado manejo da nutrição, espaçamento, poda, desbaste e pragas/doenças que vierem a ocorrer (Informação verbal)<sup>5</sup>.

De acordo com Fageria e Baligar (1993, p. 149) existem vários mecanismos na planta que cooperam para o uso eficiente de nutrientes, os quais estão relacionados com as características morfológicas e fisiológicas desejáveis. Como morfológicas estão: um sistema radicial eficiente, alta relação entre raízes e parte aérea, sistema radicial extensivo para exploração de um maior volume de solo e, colonização do sistema radicial por micorrizas e bactérias que fixam o N<sub>2</sub> atmosférico. Quanto às características fisiológicas estão: a habilidade do sistema radicial em modificar a rizosfera para superar baixa disponibilidade de nutrientes, a capacidade de manter o metabolismo normal mesmo em situações com baixo teor de nutrientes armazenados nos tecidos e, a alta taxa fotossintética. Meurer (2007, p. 83) comenta que a eficiência de absorção de nutrientes pelas raízes é também uma característica genética, pois as espécies e cultivares de plantas diferem quanto à cinética de absorção de nutrientes.

Dechen e Nachtigall (2007, p. 92) explicam que é necessário que haja disponibilidade e absorção dos nutrientes em proporções adequadas, via solução do solo ou, como suplementação, via foliar. Cada um destes nutrientes tem uma função específica no metabolismo das plantas. Caso haja desequilíbrios em suas proporções, pode ocorrer deficiência ou excesso de nutrientes, causando limitações ao crescimento das plantas ou até mesmo sua morte.

Nos estudos sobre nutrição de plantas existe o conceito da lei do mínimo, segundo o qual o crescimento e desenvolvimento das plantas é limitado pelo nutriente que se encontra em menor quantidade em relação às suas necessidades, mesmo na presença de quantidades adequadas de outros nutrientes (MEURER, 2007, p. 74).

A utilização de produtos que permitam uma maximização da produção de mudas florestais pode ser uma boa alternativa para espécies nativas (SCALON *et al.*, 2009, p. 102), pois apresenta importância fundamental para o estabelecimento em viveiros, uma vez que diminui custos relativos e aumenta a qualidade das mudas. Porém, é primordial o conhecimento sobre as características fisiológicas e

---

<sup>5</sup> KALIL FILHO, A. N. **Informações sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense***. Embrapa Florestas, Colombo, 30 abril 2014. Comunicação verbal.



técnicas de propagação e cultivo da maioria das espécies nativas, o qual ainda é incipiente (CANESIN *et al.*, 2012, p. 310).

Segundo Alcarde (2007, p. 739, 742, 753), fertilizante ou adubo é um produto mineral ou orgânico, natural ou sintético, supridor de um ou mais nutrientes às plantas. Os fertilizantes minerais simples são os fertilizantes constituídos, fundamentalmente, de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes, quer sejam macro ou micronutrientes, ou ambos. Os fertilizantes minerais apresentam uma vantagem bastante atraente do ponto de vista econômico, que é poderem apresentar elevadas concentrações de nutrientes, resultando em menores custos de armazenamento, transporte e aplicação por unidade de massa de nutriente. Essa é uma característica tão marcante, que torna pouco interessante, técnica e economicamente, a utilização em larga escala de fertilizantes orgânicos, apesar das vantagens que estes poderiam apresentar.

O fornecimento de micronutrientes é de alta relevância para que possa ocorrer conveniente aproveitamento dos macronutrientes. Muitos dos micronutrientes são fornecidos às mudas em quantidades suficientes pela própria composição química do substrato, água, atmosfera e outras fontes naturais. Apesar disso, podem existir carências em substratos predominantemente arenosos, pois este tipo de substrato é pobre em matéria orgânica que é, de certa forma, um reservatório de micronutrientes (CARNEIRO, 1995, p. 271).

As plantas terrestres adquirem os nutrientes necessários por meio de um sistema radicial especializado ou ainda, pequenas quantidades de material mineral podem entrar pelas superfícies da parte aérea (LARCHER, 2000, p. 184). Devido a isso, a técnica de aplicação de fertilizantes via foliar envolve qualquer macro ou micronutriente e tem sido bastante utilizada (CARNEIRO, 1995, p. 304) e, sob certas condições, é de comprovada eficiência, por possuir um alto índice de utilização pelas plantas e por serem aplicadas geralmente doses menores, por exemplo (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007, p. 713, 715). Furlani (2004, p. 53) salienta que um dos fatores que estão envolvidos na eficiência da aplicação via foliar de nutrientes é o estado nutricional em que a planta se encontra, pois isso implicará na velocidade de absorção desses nutrientes.

O Booster ZnMo® é um fertilizante mineral líquido, composto por 3,5% de zinco (Zn) e 2,3% de molibdênio (Mo) p/v e que contém 25,9% de agente complexante extrato de algas. Trata-se de um fertilizante mineral simples em

solução para uso foliar, fertirrigação e via semente. De acordo com o fabricante, este produto pode melhorar a recuperação e a sobrevivência das plantas em condições de estresse; ajuda também no desenvolvimento de caules mais fortes e aumenta a resistência das raízes; os nutrientes contidos nesse produto também propiciam um melhor sistema radicial, promovendo uma maior quantidade de radículas, o que aumenta a capacidade de absorção de água e de nutrientes pelas plantas (AGRICHEM, 2013, p. 1).

O molibdênio, um dos micronutrientes presentes no produto Booster ZnMo®, é um elemento relativamente raro e, no solo, está ligado à matéria orgânica (DECHEN; NACHTIGALL, 2007, p. 120, 121). O molibdênio está ligado a funções com reações de transferência de elétrons (FURLANI, 2004, p. 65) e faz parte do “cluster” da enzima nitrogenase, que é a enzima mais importante na fixação biológica de N<sub>2</sub> em todos os organismos fixadores (JACOB-NETO; ROSSETTO, 1998, p. 176). Também está envolvido no metabolismo do fósforo, na absorção e translocação do ferro (LARCHER, 2000, p. 198) bem como em outros processos fisiológicos das plantas superiores (LANTMANN *et al.*, 1985, p. 3). A aplicação foliar de molibdênio aumenta a concentração de Mo nas folhas, o que gera incremento na utilização do nitrogênio (N), proporcionando plantas com crescimento e produção satisfatórios e com folhas de coloração desejável (PESSOA *et al.*, 2000, p. 75, 78). Os autores ainda comentam que a carência do molibdênio pode ser uma das causas da baixa produtividade observada em algumas condições de solo.

Dechen e Nachtigall (2007, p. 95, 122) afirmam que a deficiência de Mo repercute negativamente na formação de ácido ascórbico, no conteúdo de clorofila e na atividade respiratória. Ainda, a falta de Mo tem efeito similar à falta de nitrogênio, o qual é necessário para a síntese da clorofila e está envolvido no processo de fotossíntese. Não realizando o processo fotossintético de maneira satisfatória, a planta perde a habilidade de executar funções essenciais, como, por exemplo, a absorção de nutrientes.

Além disso, a adubação foliar com molibdênio, por ter custo extremamente reduzido, ser de fácil e rápida aplicação, é muito mais eficiente em aumentar a produtividade e não onerar a cultura com custos elevados para a aquisição e aplicação de N mineral para solos com deficiência de Mo (PESSOA *et al.*, 2000, p. 80).

Além do molibdênio, o zinco é outro elemento presente no produto citado anteriormente. Trata-se de um micronutriente que possui importante função na expressão e regulação gênica (FURLANI, 2004, p. 67) e que atua como cofator enzimático, sendo essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura proteica ou como constituinte (estrutural) de enzimas desidrogenases e outras. Participa na ativação enzimática da trifosfato-desidrogenase, enzima essencial na glicólise, bem como nos processos de respiração e fermentação. Além disso, afeta a síntese e conservação de auxinas, hormônios vegetais envolvidos no crescimento, graças a sua participação na síntese do triptofano, aminoácido precursor do ácido indol acético (DECHEN; NACHTIGALL, 2007, p.124, 125), além de participar da formação de clorofila (LARCHER, 2000, p. 198).

Os autores também explicam que na deficiência de Zn, a planta sofre efeito drástico sobre sua atividade enzimática, desenvolvimento de cloroplastos, conteúdo de proteínas e ácidos nucleicos. Em pomares de plantas perenes como citros e café, Furlani (2004, p. 54) comenta que a deficiência de Zn é comum e, portanto, deve ser prevenida pela adubação foliar com micronutrientes, prática importante que deve ser repetida anualmente. Entretanto, Paiva *et al.* (2003, p. 1, 2) comentam que o zinco pode gerar efeitos tóxicos quando aplicado em concentrações excessivas, já que se trata de um micronutriente. Em altas concentrações, este elemento pode interferir na nutrição das plantas, afetando inclusive na translocação de nutrientes.

O zinco pode ser absorvido tanto por via radicial como foliar. A mobilidade de redistribuição do Zn na planta é muito pequena, de forma que se encontra concentrado em grande parte na raiz, enquanto, nos frutos, seu conteúdo é sempre menor (DECHEN; NACHTIGALL, 2007, p.124). A velocidade de absorção de 50% do zinco via foliar é de um a dois dias, enquanto que a do molibdênio é de 10 a 20 dias (MALAVOLTA; ROMERO, 1975, p. 195), sendo ambos considerados móveis dentro da planta com tendências de translocação durante deficiências (TAIZ; ZEIGER, 2009, p. 101).

Outro composto acrescentado em produtos comerciais é o extrato de algas, o qual no produto Booster ZnMo® tem função de agente complexante. As algas exibem ação semelhante aos hormônios vegetais e têm sido usadas em produtos para aplicação foliar ou no solo, inclusive na agricultura orgânica. Uma espécie de alga utilizada comumente para isso é *Ascophyllum nodosum*, a qual é encontrada exclusivamente em águas temperadas do hemisfério norte. Pelo fato de ter se

adaptado a condições adversas para sobrevivência, acredita-se que esta espécie tenha desenvolvido estratégias de sobrevivência, como a síntese de compostos anti-estresse (INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS, 2008, p. 18).

Assim como os aminoácidos, o extrato de alga é considerado aditivo pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e tem seu uso aprovado em fertilizantes, em geral como estabilizante da formulação. Além do mais, auxinas e citocininas podem ser identificadas e quantificadas nestes extratos, porém, há controvérsias no que diz respeito a relação direta entre os níveis do hormônio no produto aplicado e no tecido do vegetal. As respostas parecem depender da espécie da planta e da composição das substâncias húmicas e extratos de algas presente no produto (INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS, 2008, p. 18).

Abreu, Lopes e Santos (2007, p. 683) alegam que em culturas de alto valor comercial, em que os custos de adubação com micronutrientes são insignificantes em relação ao valor da produção, muitos produtores usam a adubação de segurança, que inclui vários ou todos os micronutrientes. Por princípio, essa estratégia não utiliza dados de análise de solos e de plantas; assim, são recomendados, geralmente, mais de um ou todos os micronutrientes, levando em conta possíveis problemas de deficiência em uma região, tipo de solo ou cultura específica.

## RESERVAS NUTRICIONAIS DA PLANTA

Os principais sítios de armazenamento de amido durante a formação da semente são os cotilédones ou o endosperma, de acordo com Borges e Rena (1993, p. 106, 107). Os autores afirmam que este polissacarídeo é armazenado em forma de grânulos no interior de amiloplastídeos presentes no citoplasma das células e que, com a ação de enzimas fosforilases e  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases sofrem degradação inicial.

Sendo parte do embrião, os cotilédones nesta fase podem possuir diferentes formas e números conforme a espécie. Tratam-se de caracteres hereditários estáveis muito úteis nos estudos taxonômicos. Além disso, no momento da germinação os cotilédones podem ocorrer sob diferentes aspectos: quanto à função – armazenadores ou de reserva (cotilédones mais carnosos), haustoriais (podendo

ocorrer também nos demais durante o desenvolvimento inicial do embrião) ou fotossintéticos (aspecto foliar); quanto à posição - epígeos (acima da superfície do solo) ou hipógeos (na superfície do solo ou abaixo); e, quanto à forma - criptocotiledonar, quando os cotilédones permanecem dentro do tegumento da semente exercendo funções de tecido de reserva ou de órgão haustorial (são considerados cotilédones propriamente ditos em plântulas hipógeas) ou, do tipo fanerocotiledonar, em que os cotilédones expõem-se totalmente para o exterior da semente permanecendo livres. Neste caso, os cotilédones exercem função de órgão assimilador (OLIVEIRA, 1993, p. 191).

Sobre a função dos cotilédones, Lovell e Moore (1970, p. 1017) informam que todos os cotilédones, durante os estágios iniciais de germinação, têm o papel de mobilizar e transferir materiais de armazenamento a partir do endosperma ou cotilédones para o eixo embrionário de desenvolvimento, um processo que envolve mudanças ultra-estruturais e as sínteses metabólicas no tecido de armazenamento.

Os cotilédones de reserva armazenam nutrientes provenientes de absorção do endosperma no embrião imaturo, fase em que tiveram função haustorial. Esses nutrientes são transferidos para as outras partes da plântula até um período adiante na germinação; no decorrer da senescência, vão sendo consumidos até que diminuam seu volume, enrugam e se desprendem. Porém, existem endospermas remanescentes que estão presentes em sementes maduras, mas que não têm a função de alimento durante a germinação (OLIVEIRA, 1993, p. 195, 196). Ainda, esses cotilédones podem não necessariamente ser muito expandidos e expostos totalmente. Naqueles em que uma exposição parcial ocorre, a fotossíntese pode ser de pouca importância, pois a relação de sua superfície e área para tal é baixa, apesar da posição epígea.

Carvalho e Nakagawa (1988, p. 44, 45) comentam que, além de armazenar reservas alimentares, os cotilédones podem também sintetizá-las. Exemplo disto é o fato de algumas espécies que possuem cotilédones bem delgados, semelhantes à folhas, e que não armazenam reservas, logo após sua emergência do solo tornam-se verdes e passam a realizar fotossíntese, logo após o desprendimento do tegumento. Os autores ainda explicam que o cotilédone é um tecido que contém todo o aparato enzimático necessário para promover a degradação e o transporte de suas próprias substâncias de reserva para a nutrição e crescimento do eixo embrionário no processo de germinação.

Myers e Kitajima (2007, p. 383, 384, 392) afirmam que para sobreviver em sub-bosques de florestas, as mudas devem depender das reservas de carboidratos encontradas em sementes, mas também em caules ou raízes devido à redução de luz e até mesmo pela perda de tecido pela ação de herbívoros e doenças. A maioria dos carboidratos encontrados em caules e raízes podem ser procedentes das reservas de energia transferidas do endosperma e cotilédones durante a germinação e o desenvolvimento inicial. Desta maneira, esses padrões sugerem que o tamanho de uma semente e muda pode contribuir indiretamente para a sobrevivência a longo prazo na sombra, aumentando as reservas de carboidratos em caules e raízes.

Conforme Lovell e Moore (1970, p. 1018), o término da função dos cotilédones em uma espécie hipógea de crescimento normal é quando ocorre a transferência das reservas disponíveis também para as folhas, as quais assumem então o papel de assimilar a produção.

Ainda não existe uma certeza se os cotilédones grandes de reserva, que são mantidos na haste de algumas espécies, auxiliam na demanda de energia para as mudas, pois a transferência de carboidratos a partir dos cotilédones de reserva pode influenciar apenas nas primeiras semanas após a germinação (ICHIE; NINOMIYA; OGINO, 2001, p. 377; KENNEDY *et al.*, 2004, p. 553).

Assim, Myers e Kitajima (2007, p. 389) observaram concentrações de carboidrato total significativas e superiores em cotilédones cujas mudas sofreram tratamentos de estresse quando comparadas ao controle, um padrão que contraria a hipótese de que as mudas utilizem as reservas dos cotilédones sob estresse. Provavelmente as mudas recorrem ao carboidrato armazenado em caules e raízes, mas não nos cotilédones para sobrevivência diante de estresse biótico e abiótico.

Ainda sobre as respostas da planta quanto a uma situação de estresse, Baraloto e Forget (2007, p. 903, 904) realizaram experimentos de simulação de danos causados por herbivoria e pastagem e constataram que os tratamentos nas plântulas em que foram realizados danos aos cotilédones e às folhas não apresentaram efeitos graves na taxa de crescimento das mudas. Oliveira e Morais (1999, p. 245, 246, 247) obtiveram bons resultados ao removerem apenas um cotilédone de plântulas de *Leucaena leucocephala* e *Tamarindus indica*, as quais foram capazes de se recuperar formando ramificações axilares e, cujos percentuais de mortalidade foram significativamente inferiores aos demais tratamentos.

## RECIPIENTES

Conforme Sturion e Antunes (2000, p. 135), além dos diversos fatores que afetam a qualidade na produção de mudas de espécies florestais, a escolha apropriada do tipo e tamanho do recipiente é de grande relevância. Gomes e Paiva (2004, p. 35) afirmam que o tipo de recipiente e suas dimensões exercem influência sobre a qualidade e os custos de produção de mudas de espécies florestais. O volume do recipiente pode influenciar na disponibilidade de água e nutrientes e, um maior volume promove uma arquitetura do sistema radicial semelhante ao de mudas provenientes de semeadura direta no campo, apesar de grandes dimensões acarretarem maiores custos de produção e de transporte. Porém, de uma maneira geral, os autores afirmam que a altura da embalagem é mais importante do que o seu diâmetro para o crescimento das mudas de espécies florestais.

A produção de mudas de espécies florestais em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente por proporcionar uma maior qualidade das mudas. Esse fato é resultado de uma melhor proteção do sistema radicial das mudas contra os danos mecânicos e a desidratação, o que aumenta a taxa de sobrevivência e de crescimento das mudas, além de permitir um manuseio mais adequado tanto no viveiro quanto no transporte das mesmas (CAMPINHOS JUNIOR; IKEMORI, 1983, p. 43, 44; GOMES; PAIVA, 2004, p. 35).

Carneiro e Brito (1992, p. 65) comentam que a forma do recipiente para a produção das mudas deve evitar danos às raízes. Carneiro (1995, p. 355) relata que os tipos de deformações radiciais, analisados na fase de viveiro e que se agravam após o plantio são: dobra, estrangulamento e espiralamento de raízes. As dobras ocorrem quando as raízes laterais entram em contato com as paredes internas do recipiente, formando um ângulo, tomando, a partir daí um sentido de crescimento vertical. O mesmo pode acontecer com a raiz pivotante, a qual ao encontrar o fundo de um recipiente sem abertura dobra-se e cresce horizontalmente até encontrar a parede. O estrangulamento corresponde à superposição de raízes, não permitindo seu crescimento natural. Quanto ao espiralamento, este se refere ao crescimento circular das raízes laterais, contornando o interior dos recipientes.

Além das mudas sofrerem danos morfológicos no sistema radicial, podem ainda ter alterações quanto ao número de raízes formadas por consequência do

recipiente utilizado (NEVES *et al.*, 2005, p. 903). Caso estas anomalias não sejam percebidas ainda na fase de viveiro, quando as mudas forem a campo, poderão sofrer sérias consequências devido ao espessamento das raízes mais finas. Isso dificultará a assimilação de água e nutrientes, sendo que, as deformações radiciais não têm recuperação com o decorrer do tempo (CARNEIRO, 1995, p. 355).

Além dos critérios já citados para a escolha do recipiente adequado, Carneiro (1995, p. 314) também comenta que deve-se atentar sobre a possibilidade de reaproveitamento do mesmo, custos, disponibilidade no mercado, não ser tóxico para as mudas e, se pode ou não ser plantado com as mudas.

Estes tipos de problemas são muito encontrados em mudas produzidas em sacos plásticos, ainda muito utilizados em viveiros. O fato de serem relativamente baratos e facilmente disponíveis são as maiores razões pela escolha deste tipo de embalagem. Apesar de existirem vários tamanhos, alguns dos modelos possuem furos para boa aeração e drenagem, os sacos plásticos causam deformações ao sistema radicial das mudas, pois quando as raízes encontram as paredes do recipiente, sofrem enovelamento (SARDINHA, 2008, p. 19).

Pelo motivo anteriormente citado, muitos produtores substituíram os sacos plásticos por tubetes de plástico rígido para a produção de inúmeras espécies. Os tubetes, em suas diferentes dimensões, apresentam várias vantagens, dentre elas: estrutura rígida que protege a muda durante seu período de crescimento e desenvolvimento em viveiro; estrias em suas paredes internas que permitem o direcionamento das raízes laterais no sentido vertical para baixo, evitando o entrelaçamento; a abertura na base do tubete permite o escoamento da umidade e saída das raízes, as quais sofrem poda aérea, contudo há indução para a formação de raízes secundárias aumentando o volume de raízes; a quantidade de substrato é muito menor quando comparados aos sistemas tradicionais de produção de mudas; o enchimento dos tubetes é um procedimento prático; os tubetes são embalagens reutilizáveis; todo o processo operacional dos tubetes é muito viável (STURION; GRAÇA; ANTUNES, 2000, p. 10-12).

Esse sistema de produção de mudas em tubetes permite ainda que estes recipientes sejam acomodados em bandejas metálicas, as quais são apoiadas em trilhos afixados em concreto armado, armações de madeira ou cantoneiras. Dessa maneira, favorece o sequenciamento de operações, redução do esforço físico e a



utilização de materiais leves na construção do viveiro, tornando os custos de produção mais baixos (STURION; ANTUNES, 2000, p. 135).

Além da forma, o material do recipiente também é relevante para a formação de mudas de qualidade, pois conforme Freitas *et al.* (2005, p. 854), os recipientes cujas paredes não são perfuráveis também poderão formar mudas com deformações no sistema radicial. Este fato pode persistir após o plantio gerando redução ou atraso durante o desenvolvimento das plantas no campo, acarretando em maiores custos com o controle de plantas daninhas e consequências na produção final. Além disso, Gomes e Paiva (2004, p. 35) explicam que a durabilidade da embalagem é um aspecto a ser considerado, ou seja, ela não pode se desintegrar durante o período de produção das mudas nem demorar muito tempo para se decompor quando estas forem a campo (caso sejam utilizadas embalagens biodegradáveis), trazendo como consequências as deformações no sistema radicial. Carneiro (1995, p. 313, 352) também comenta que o período de decomposição do recipiente deve ser compatível com o período da produção de mudas da espécie bem como de seu desenvolvimento em campo, além de outros fatores, principalmente climáticos.

Sobre os recipientes biodegradáveis, Brasil, Simões e Speltz (1972, p. 33) observaram um bom resultado em relação à permeabilidade de tubetes de papelão utilizados para a produção de mudas de eucalipto. Os mesmos comentam que este tipo de material permite uma perfeita expansão do sistema radicial fazendo com que as raízes atravessem facilmente a parede do recipiente. Além disso, o material é resistente, facilitando seu manuseio durante as atividades em viveiro e campo.

A produção de mudas em recipientes que permitem a saída lateral das raízes favorece uma ramificação mais intensa do sistema radicial causada pelas podas naturais. Esse processo de aumento no porcentual de emissão de raízes colabora para um maior enraizamento da muda após o plantio em campo, mesmo em condições adversas, garantindo maior sobrevivência (FREITAS *et al.*, 2005, p. 854).

Ainda, o uso de recipientes biodegradáveis permite que as mudas produzidas apresentem uma distribuição radicial a mais natural possível, semelhante à das mudas originadas de semeadura direta ou provenientes de regeneração natural (CARNEIRO, 1995, p. 362).

O uso de recipientes de tecido não tramado (TNT) na produção de mudas de café têm apresentado bons resultados em relação às características morfológicas

das mudas. Além de tudo, permite o plantio das mudas com a própria embalagem, por ser biodegradável, operação funcional na rotina diária de produção de mudas (NASSER; JÚNIOR; GALLO, 2010, p. 10, 11). Porém, não existem estudos publicados sobre o uso deste recipiente na produção de mudas de espécies florestais.

O recipiente de TNT (Agropote®) utilizado neste experimento é produzido com fibras de polipropileno com uma gramatura muito fina, a qual não prejudica o desenvolvimento radicial e nem o enovelamento das raízes proporcionando um sistema radicial com arquitetura natural. Por se tratar de uma embalagem biodegradável, a partir do momento em que a muda for transplantada a campo, a embalagem sofrerá degradação pela ação do solo (AGROFIOR, 2013, p. 1).

## MATERIAL E MÉTODOS

### COLETA DAS SEMENTES

Os frutos de *Calophyllum brasiliense* (guanandi) foram coletados na segunda quinzena do mês de dezembro de 2012 nos municípios de Pontal do Paraná e Antonina, no litoral do Paraná. A região de coleta situa-se na Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (MANUAL, 2012, p. 68). Possui temperatura média anual de 21,1 °C, o mês mais quente 24,9 °C (janeiro) e o mês mais frio 17,0 °C (julho), com máxima média 24,6 °C e mínima média 16,7 °C. O mês com maior precipitação é fevereiro, com 304,0 mm, enquanto que o mais pobre em chuva é julho, com 61,0 mm. A precipitação total anual é de 1.976,4 mm, com todos os meses úmidos. A classificação segundo Koeppen é Cfa (MAACK, 2012, p. 160, 219, 238).

Os frutos provenientes de 12 matrizes em boas condições fitossanitárias, selecionadas em Antonina e Pontal do Paraná, foram coletados tanto nas copas (com auxílio de podão) como no chão (frutos não danificados), ao redor das matrizes e, posteriormente misturados formando um único lote.

### SEMEADURA

Após o beneficiamento, as sementes foram semeadas, na segunda quinzena de janeiro de 2013, em canteiros com areia (APÊNDICE 1) em casa de vidro nas dependências da Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, a 945 m de altitude. A temperatura média anual é 16,5 °C, temperatura do mês mais quente 20,4 °C (janeiro), e do mês mais frio 12,7 °C (julho), com máxima média 22,6 °C e, mínima média 12,3 °C. O mês com chuvas mais abundantes é janeiro com 190,7 mm e, o mês com menor precipitação é agosto com 78,2 mm. A precipitação anual é de 1.451,8 mm com todos os meses úmidos. Segundo a classificação de Koeppen, a região apresenta clima do tipo Cfb, sempre úmido, clima pluvial quente-temperado,

com mais de cinco geadas por ano e com rara ocorrência de neve (MAACK, 2012, p.161, 220, 244).

A semeadura foi feita em linhas em espaçamento de, aproximadamente, 1,5 cm entre linhas e plantas e, posteriormente, cobertas com uma camada de areia com cerca de 1 cm de espessura. As sementes apresentaram umidade inicial de 41,5%. A irrigação diária foi feita por microaspersores com frequência de duas vezes ao dia durante 15 minutos.

## REPICAGEM

A repicagem foi realizada em duas etapas, distanciadas 15 dias entre si devido à desuniformidade de germinação característica das espécies nativas não domesticadas (Informação verbal)<sup>6</sup> (APÊNDICE 2). Para a repicagem as mudas deveriam apresentar pelo menos dois pares de folhas completamente expandidas, o que ocorreu de 60 a 75 dias após a semeadura dentro da amostragem de mudas utilizada neste experimento.

Na repicagem, para cada muda foram medidos a altura da parte aérea (H) (do colo da muda até o meristema apical) e o diâmetro do colo (DC). Para a realização da primeira medida foi utilizada régua convencional e para a medição do diâmetro do colo foi utilizado paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. As médias da altura da parte aérea e do diâmetro do colo de todas as mudas foram: 18,07 cm e 2,58 mm, respectivamente. As mudas recém repicadas foram mantidas em casa de sombra com 50% de sombreamento (sombrite) durante 15 dias e logo em seguida foram colocadas novamente em casa de vidro para evitar danos causados por baixas temperaturas e geadas. A temperatura média mínima do período em que as plantas ficaram dentro da casa de vidro foi 12,5 °C e, a média máxima de 25,8 °C, de acordo com os registros diários do termômetro interno local.

---

<sup>6</sup> KALIL FILHO, A. N. **Informações sobre produção de mudas de *Calophyllum brasiliense***. Embrapa Florestas, Colombo, 30 abril 2014. Comunicação verbal.

## INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi constituído por um esquema fatorial 2x2x4, com 16 tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de 30 mudas, totalizando 150 mudas por tratamento. Os níveis do fator A foram os recipientes (tubete e TNT), do fator B as formas de repicagem (com e sem cotilédones – APÊNDICE 3), e do fator C as concentrações (0; 0,3; 2,0; 3,0 ml L<sup>-1</sup>) do fertilizante mineral Booster ZnMo® (2,3% Mo + 3,5% Zn p/v) (TABELA 1).

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.

Tratamento	Recipiente	Forma de repicagem	Concentração de fertilizante (ml L <sup>-1</sup> )
1	Tubete	Com cotilédones	0
2	Tubete	Com cotilédones	0,3
3	Tubete	Com cotilédones	2,0
4	Tubete	Com cotilédones	3,0
5	Tubete	Sem cotilédones	0
6	Tubete	Sem cotilédones	0,3
7	Tubete	Sem cotilédones	2,0
8	Tubete	Sem cotilédones	3,0
9	TNT	Com cotilédones	0
10	TNT	Com cotilédones	0,3
11	TNT	Com cotilédones	2,0
12	TNT	Com cotilédones	3,0
13	TNT	Sem cotilédones	0
14	TNT	Sem cotilédones	0,3
15	TNT	Sem cotilédones	2,0
16	TNT	Sem cotilédones	3,0

O tubete de polietileno utilizado foi o de 180 cm<sup>3</sup> (LISBOA *et al.*, 2012, p. 608), com 13,1 cm de altura, 6,2 cm de diâmetro interno da abertura superior e 1,0 cm da inferior, com oito estrias internas. O recipiente biodegradável de polipropileno (Agropote® ou TNT da empresa Agrofior®) com 12,0 cm de altura, 5,0 cm de diâmetro (nas duas extremidades do recipiente, as quais são totalmente abertas) possuía volume de 285 cm<sup>3</sup> (AGROFIOR, 2013, p.1). O substrato utilizado para ambos os recipientes foi o comercial da Agrofior®, composto por 50% de casca de pinus, 50% de fibra de coco e 1,3g/L de Osmocote® (N-P-K = 19-6-10). Os recipientes de todos os tratamentos foram colocados em suporte de metal, porém para os tratamentos cujos recipientes eram de TNT, utilizou-se um protetor de madeira ao redor das embalagens para mantê-las sobre a bandeja evitando tombamento (APÊNDICE 4).

As aplicações semanais das soluções com Booster ZnMo® tiveram início após um mês da data da repicagem. Para isso, foi utilizado um pulverizador manual controlando-se a aplicação para que esta fosse homogênea sobre cada tratamento (0,002 L de solução/muda). Para os tratamentos sem o produto (testemunhas), foi feita apenas uma rápida rega com água para evitar diferenças de irrigação. A solução foi sempre preparada no dia da aplicação e a mesma ocorreu preferencialmente pela manhã, no horário mais fresco do dia para que o produto fosse melhor aproveitado pelas mudas. O sistema de irrigação local foi desligado no dia de cada aplicação para que fosse evitado que a solução fosse lixiviada, tornando a aplicação sem efeito.

## AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO

Após um mês da repicagem, foi avaliada a porcentagem de sobrevivência (S) de todas as mudas (ou seja, antes da primeira aplicação do fertilizante mineral feita neste mesmo dia). A partir do segundo mês da repicagem, foi realizada a avaliação mensal da altura da parte aérea (H) e do diâmetro do colo (DC) de todas as mudas, pois nos 30 primeiros dias não foram observadas mudanças significativas no crescimento. Sendo assim, o momento da repicagem representa o tempo zero e, o segundo mês da repicagem é considerado como o primeiro mês de avaliação, totalizando sete avaliações. Dessa forma, no último mês de avaliação as mudas estavam com aproximadamente oito meses de idade a partir da repicagem.

## AVALIAÇÕES FINAIS

Ao término da última avaliação da altura da parte aérea e do diâmetro do colo, uma amostra de 35 mudas por tratamento (uma amostra menor foi utilizada para o tratamento 15 devido à alta porcentagem de mortalidade final) foi utilizada para a avaliação de diferentes parâmetros. Dois deles são referentes à facilidade de retirada das mudas do tubete (FR) e agregação das raízes ao substrato (AG)

conforme metodologia adaptada de Wendling, Guastala e Dedecek (2007, p. 211). Foi utilizada uma escala de zero a cinco para a caracterização destes dois parâmetros, onde zero representa a dificuldade de retirada ou esboroamento máximos e, cinco denota a grande facilidade de retirada ou torrão íntegro (FIGURA 1).

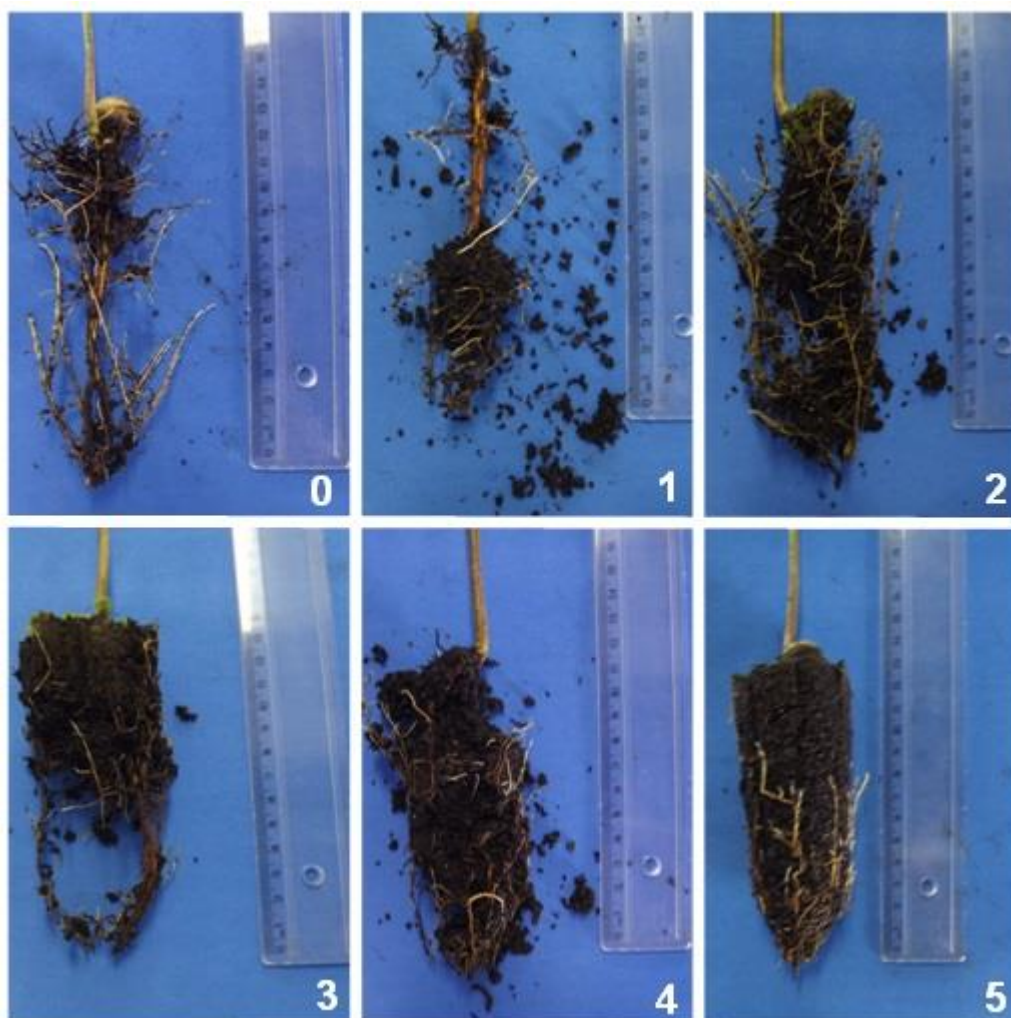


FIGURA 1 - ÍNDICES DE AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO EM MUDAS de *Calophyllum brasiliense*.

Com as mesmas amostras, também foi obtida a biomassa seca aérea (BSA) e radicial (BSR). Para isso, as mudas foram colocadas em estufa de ventilação durante 48 h a aproximadamente 65°C e, em seguida, pesadas em balança analítica com 0,0001g de precisão no Laboratório de Análise de Sementes Florestais da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As variáveis analisadas foram: sobrevivência (S) e crescimento das mudas (H, DC, H/DC) durante o período total de avaliação; altura da parte aérea (H) e diâmetro do colo (DC) no oitavo mês de idade; incremento total da altura da parte aérea (ITH) e do diâmetro do colo (ITDC), calculados a partir dos valores de H e DC iniciais e finais; facilidade de retirada do tubete (FR) e agregação das raízes ao substrato (AG); biomassa seca aérea (BSA), radicial (BSR) e total (BST); relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo (H/DC) das mudas aos oito meses de idade e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Para as variáveis sobrevivência (S) e crescimento (H, DC e H/DC) durante o período total de avaliação foram calculadas as médias e desvio padrão. Os demais dados foram submetidos ao teste de Bartlett ( $p < 0,05$ ) para verificação da homogeneidade de variâncias e, em seguida, às análises de variância (ANOVA). Em caso de interações significativas, foi realizado o desdobramento das interações e, posteriormente, aplicou-se o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Para os tratamentos com as concentrações de fertilizante mineral, as médias foram analisadas por regressão polinomial.

Além disso, foi realizada a análise de correlação de Pearson entre as variáveis.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DAS MUDAS DURANTE O PERÍODO AVALIADO

#### Sobrevivência

Após um mês da repicagem das mudas e, antes da primeira aplicação do fertilizante mineral, constatou-se uma alta porcentagem de mortalidade das mudas sem cotilédones colocadas em recipiente TNT (tratamentos 13 ao 16 - FIGURA 2). Este fato provavelmente está condicionado a maior perda de água pelas paredes do TNT, sendo que a presença dos cotilédones em outros tratamentos com o mesmo recipiente pode ter contribuído para amenização desse estresse.

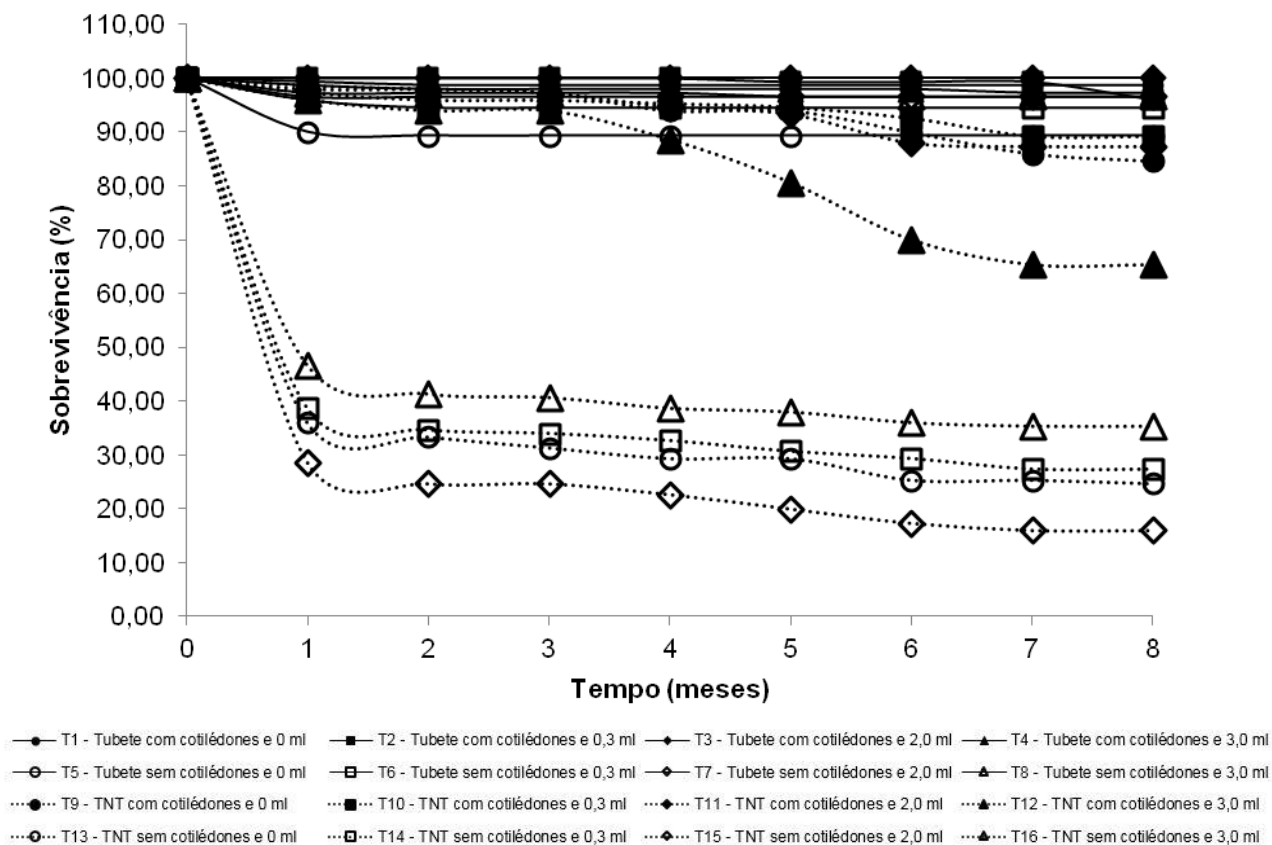


FIGURA 2 - SOBREVIVÊNCIA (S) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* DESDE A REPICAGEM ATÉ A ÚLTIMA AVALIAÇÃO. TEMPO 0 = REPICAGEM; TEMPO 1 = PRIMEIRA AVALIAÇÃO DE SOBREVIVÊNCIA; TEMPO 2 A 8 = PRIMEIRA A SÉTIMA AVALIAÇÃO MENSAL.

Durante este período em que foi constatada a alta mortalidade, notou-se que o substrato retia pouca umidade, provavelmente pela evaporação e drenagem elevadas condicionadas pelo recipiente TNT. Giordano (1966, p. 1654) comenta que neste tipo de recipiente de paredes mais porosas há uma elevada taxa de evaporação o que, consequentemente, proporciona menor crescimento e desenvolvimento das mudas.

Marques e Joly (2000a, p. 116) comentam que as plântulas (até 20 cm de altura com presença de cotilédones) de *Calophyllum brasiliense* apresentam crescimento normal tanto em ambiente inundado como em solo bem drenado. Diante disso, pelas observações do presente trabalho, as mudas produzidas tanto em tubete quanto em TNT deveriam apresentar crescimento semelhante mesmo pela diferença de drenagem entre os recipientes. Provavelmente ocorreu uma situação de estresse pela falta de água e, devido às mudanças de ambientes para a adaptação das mudas, tendo em vista que o viveiro trata-se de um ambiente artificial, neste caso. Larcher (2000, p. 312) comenta que é durante a fase vegetativa

de crescimento que se manifestam as características de plasticidade fenotípica e, sobretudo, as adaptações modificativas em relação às condições do habitat.

Sendo assim, foi observado neste trabalho que o tubete retém mais umidade para o substrato por ter paredes rígidas e impermeáveis enquanto que, o TNT provoca maior evaporação e/ou drenagem da água devido à sua constituição ser porosa e, a abertura de sua base ser maior (5,0 cm de diâmetro) quando comparada com a do tubete (1,0 cm de diâmetro). Por essa e outras observações, confirma-se que a espécie prefere lugares mais úmidos para seu estabelecimento e crescimento.

Larcher (2000, p. 347, 398, 399) afirma que toda planta é afetada pelo estresse, mesmo se apenas uma parte dela foi inicialmente afetada e, a coordenação da resposta de estresse é realizada pelos hormônios. Colli (2004, p. 315) comenta que nas condições de estresse, o etileno é o hormônio que está mais associado às respostas da planta. O aumento do teor de etileno nas plantas, em algumas situações, provoca a redução do crescimento das folhas, caules e raízes, a epinastia (curvatura para baixo), senescência e abscisão foliar (APÊNDICE 4D).

Ferimentos mecânicos como o destacamento ou fragmentação de algum órgão da planta, podem também promover a síntese de etileno (COLLI, 2004, p. 315). A remoção dos cotilédones colaborou em parte para a intensificação da mortalidade das mudas em TNT, tendo em vista que as mesmas não dispunham de suas reservas cotiledonares como recurso para suas atividades metabólicas. Além do mais, a maior quantidade de reserva disponível aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da muda em campo, podendo permitir a sobrevivência por um período prolongado em situações desfavoráveis (LORENZI, 2008, p. ; ANTUNES *et al.*, 2012, p. 1217).

Resultado semelhante foi verificado por Oliveira e Morais (1999, p. 247) que, ao removerem os cotilédones de plântulas de espécies florestais, verificaram uma alta mortalidade no final do período de observação.

Do mesmo modo, a partir da terceira avaliação mensal, foi possível observar uma alta porcentagem de mortalidade das mudas do tratamento com cotilédones produzidas em TNT com aplicação de 3,0 ml L<sup>-1</sup> do fertilizante mineral. Essa mortalidade pode estar vinculada, também, a um possível efeito fitotóxico de algum micronutriente aplicado durante este período nas mudas (MEURER, 2007, p. 76).

### Altura da parte aérea, diâmetro do colo e sua relação

No decorrer do período de avaliação, as mudas de *Calophyllum brasiliense* apresentaram crescimento lento para a altura da parte aérea em todos os tratamentos (FIGURAS 3 e 4 e APÊNDICE 7). As mudas com cotilédones produzidas em tubete apresentaram os maiores valores de altura da parte aérea, atingindo altura média máxima de 26,43 cm.

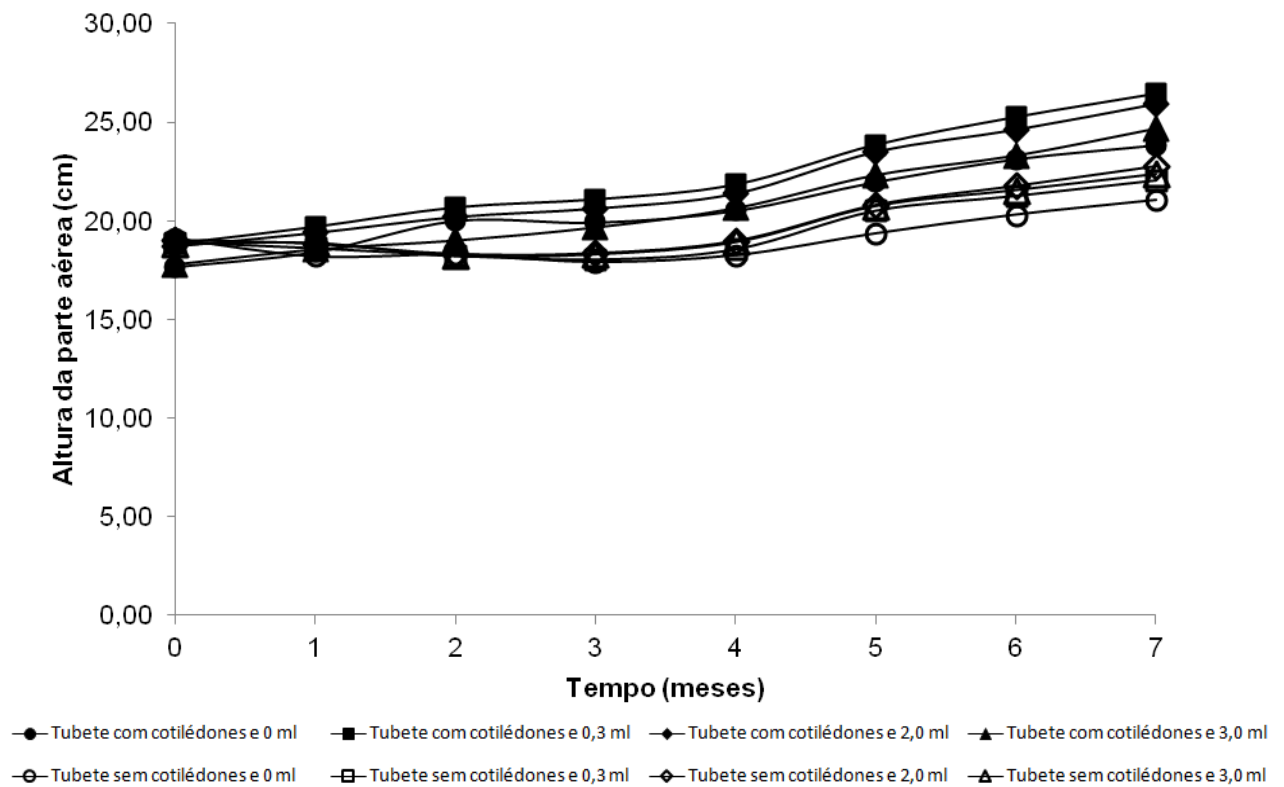


FIGURA 3 - ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TUBETE DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO.

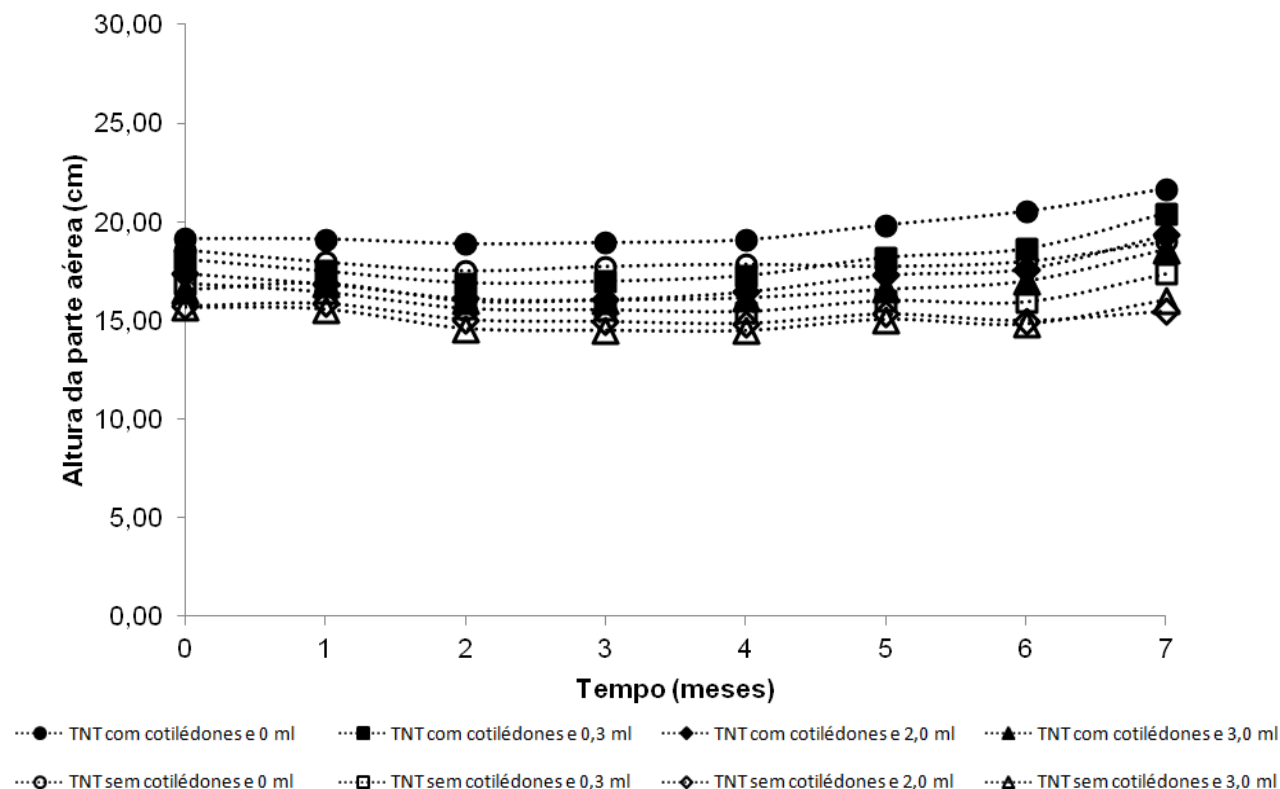


FIGURA 4 - ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TNT DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO.

No presente estudo, a remoção dos cotilédones prejudicou o crescimento das mudas de guanandi. Os tratamentos de mudas das quais foram removidos os cotilédones e produzidas em TNT tiveram crescimento inferior, sendo que o pior tratamento apresentou altura média de 15,48 cm no último mês de avaliação.

Provavelmente o crescimento lento observado nas mudas de guanandi pode estar relacionado às características da espécie. Por se tratar de uma espécie que ocorre em regiões mais quentes, as diferenças de temperaturas entre sua ocorrência natural e o local do experimento podem ter influenciado no crescimento das mudas, bem como as baixas temperaturas ocorrentes nos meses de inverno registradas no local, as quais causaram injúrias nas mudas (APÊNDICE 5). Além disso, pode-se observar que nos últimos três meses de avaliação, as mudas apresentaram um melhor crescimento, fato favorecido pela passagem do período de inverno.

Para se testar esta hipótese, seriam interessantes pesquisas com mudas no litoral do Paraná, podendo-se ainda, neste caso, obter-se lento crescimento das mudas, o que evidenciaria ser próprio da espécie. Sobre o crescimento do guanandi, Carvalho (2003, p. 491) concorda que a espécie é intolerante a baixas temperaturas, mesmo sob plantio em vegetação matricial arbórea. Colli (2004, p. 314) comenta que

as plantas tropicais e subtropicais são mais sensíveis às baixas temperaturas e às geadas. Quando submetidas às situações de temperaturas muito baixas, as plantas podem sofrer estresses, o que leva à síntese de etileno, o qual causará a abscisão foliar, por exemplo. Marques e Joly (2000a, p. 116) relatam crescimento lento dessa espécie tanto para plântulas submetidas a solo inundado (de ocorrência comum da espécie) quanto em capacidade de campo, com altura da parte aérea iguais.

Gonçalves *et al.* (2000, p. 323) comentam que as espécies secundárias tardias e clímax apresentam taxa de crescimento mais lenta quando comparadas às espécies pioneiras e secundárias iniciais. Em geral, a partir da fase de germinação, as espécies pioneiras e secundárias iniciais precisam de 100 a 120 dias para serem levadas à campo, enquanto que as demais de 130 a 160 dias.

Com relação ao crescimento lento de espécies florestais, Larcher (2000, p. 105) relata que durante o desenvolvimento das plantas a capacidade fotossintética sofre alterações. No início do crescimento, a capacidade fotossintética assume valores baixos e, devido a esse fato, não é possível neste mesmo momento haver uma respiração muito intensa para a construção de novos tecidos. Igualmente, as folhas que ainda estão em expansão recebem menos radiação solar e seus cloroplastos não estão totalmente equipados.

Além disso, a fixação e a redução do dióxido de carbono ocorrem de maneira mais lenta em baixas temperaturas, comprometendo a atividade fotossintética da planta tanto no que diz respeito às reações dependentes da radiação quanto nos processos secundários. A velocidade das reações químicas diminui causando menor disponibilidade de energia metabólica para a planta. A absorção de água e de nutrientes é restringida, os processos de biossíntese ocorrem em menor intensidade, a assimilação é reduzida e conseqüentemente o crescimento é interrompido. As conseqüências serão tão sérias quanto mais frequentes, mais longo e mais frio for o período de baixa temperatura porque os tecidos sensíveis ao congelamento são mortos assim que o gelo é formado em seu interior, os tecidos tolerantes ao congelamento podem sobreviver por um determinado tempo após a formação do gelo, mas gradualmente morrem. Portanto, há uma faixa de temperatura ideal para cada processo vital da planta, no entanto, o ótimo crescimento só poderá ser alcançado se os diversos processos envolvidos no metabolismo e no desenvolvimento estiverem em harmonia (LARCHER, 2000, p. 121, 301, 375, 376).

Para os valores de diâmetro do colo, os tratamentos de mudas com cotilédones produzidas em tubete foram melhores, sendo que o maior valor médio para esta variável foi de 3,80 mm (FIGURAS 5 e 6 e APÊNDICE 8). Os tratamentos de mudas sem cotilédones produzidas em tubete e, com cotilédones produzidas em TNT tiveram valores semelhantes de diâmetro do colo aos oito meses de idade. Entretanto, os valores para esta variável nos tratamentos das mudas sem cotilédones produzidas em embalagem TNT foram os menores, com 2,76 mm, mostrando, novamente, a importância das reservas dos cotilédones para o crescimento da muda, em especial quando submetida a estresse hídrico.

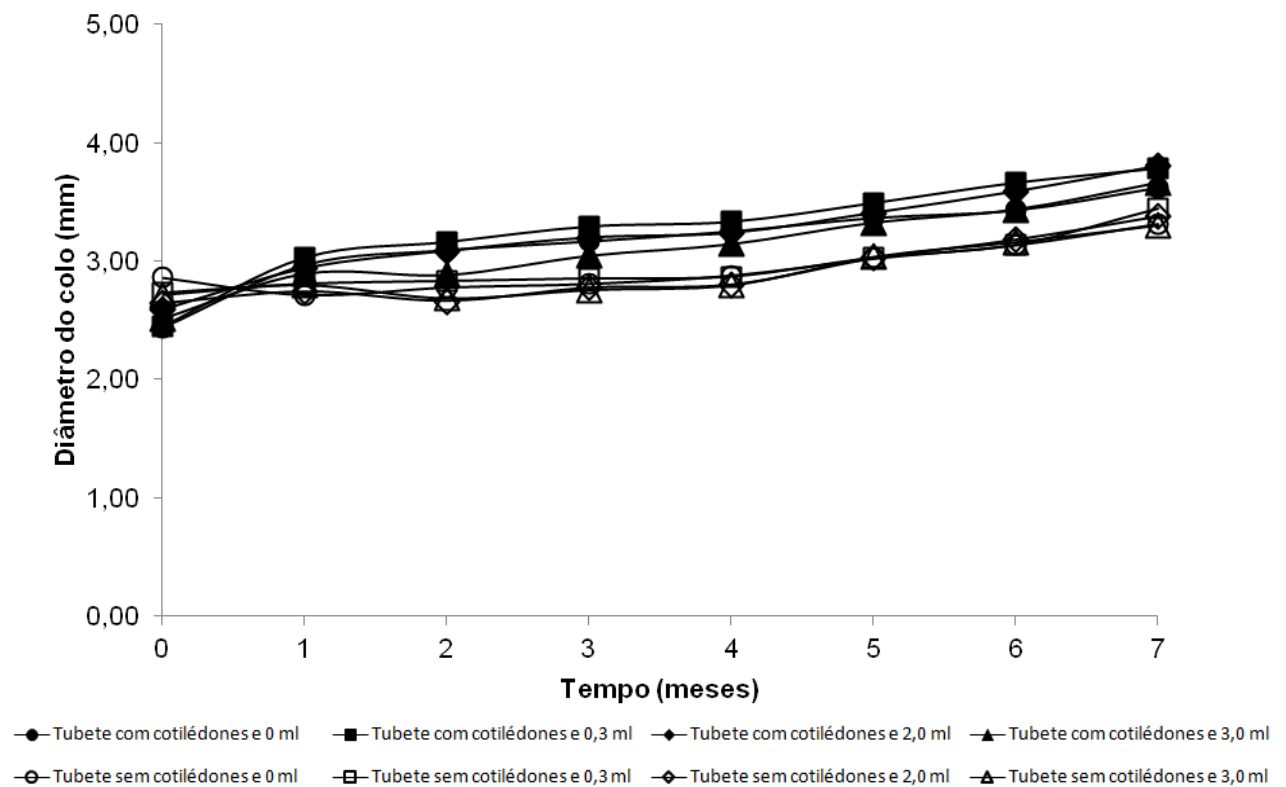


FIGURA 5 - DIÂMETRO DO COLO (DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TUBETE DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO.

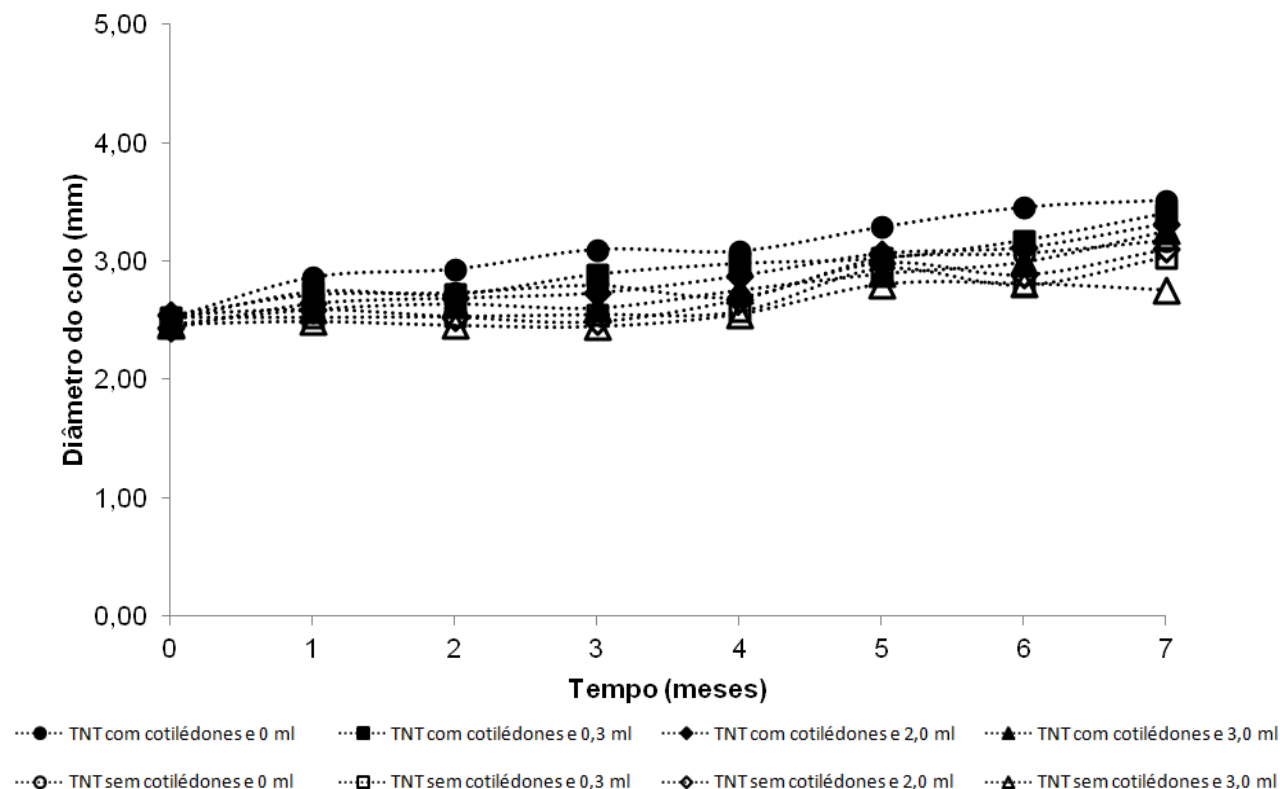


FIGURA 6 - DIÂMETRO DO COLO (DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TNT DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO.

Os valores de diâmetro do colo reduzidos nos tratamentos de mudas produzidas em TNT podem estar relacionados, de um modo geral, à desidratação da muda como consequência dos processos fisiológicos que antecedem a morte da planta.

De maneira geral, os valores de relação entre altura da parte aérea e diâmetro do colo mantiveram-se constantes durante o período avaliado para os tratamentos das mudas produzidas em tubete e para as produzidas em TNT, porém com médias pouco mais altas para os primeiros (FIGURAS 7 e 8 e APÊNDICE 9). Os tratamentos de mudas produzidas em tubete obtiveram valores finais de H/DC entre 6,36 e 7,00 e, as mudas produzidas em TNT resultaram valores de H/DC entre 5,04 e 6,21.



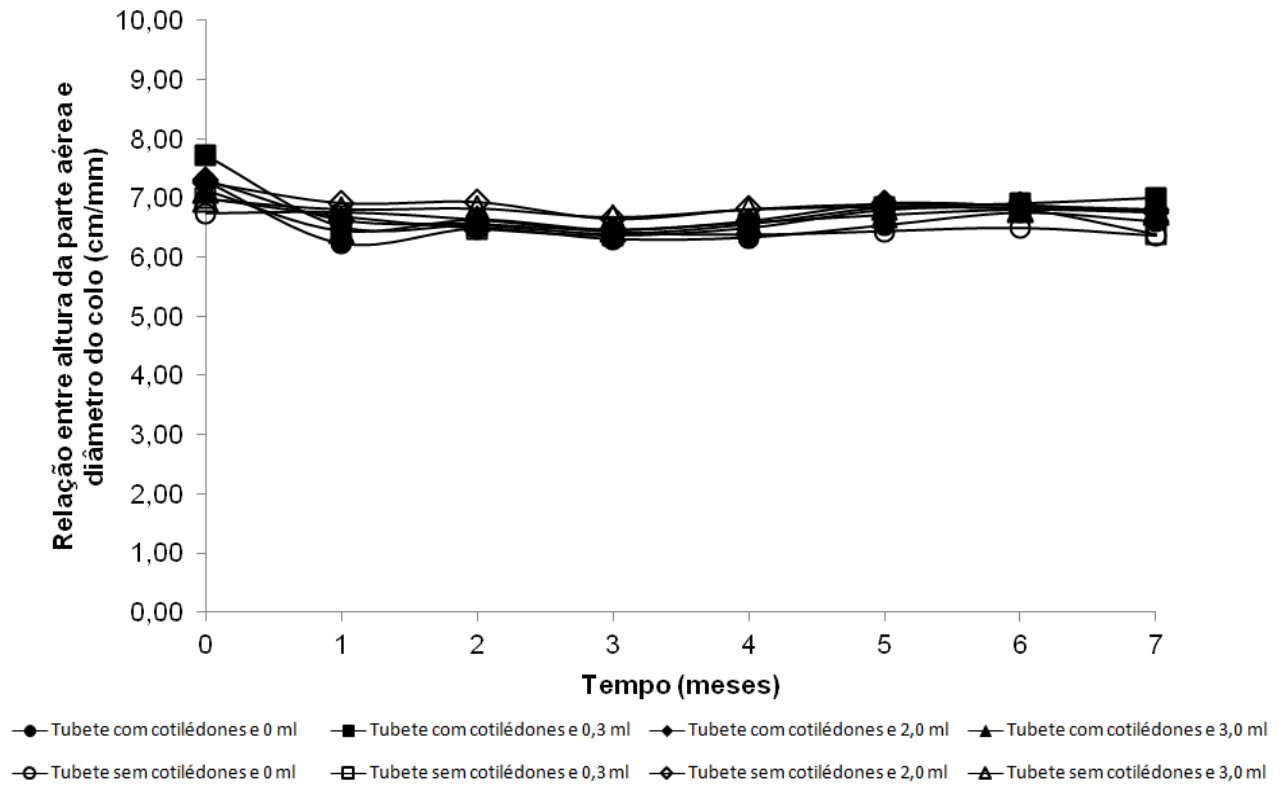


FIGURA 7 - RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TUBETE DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO.

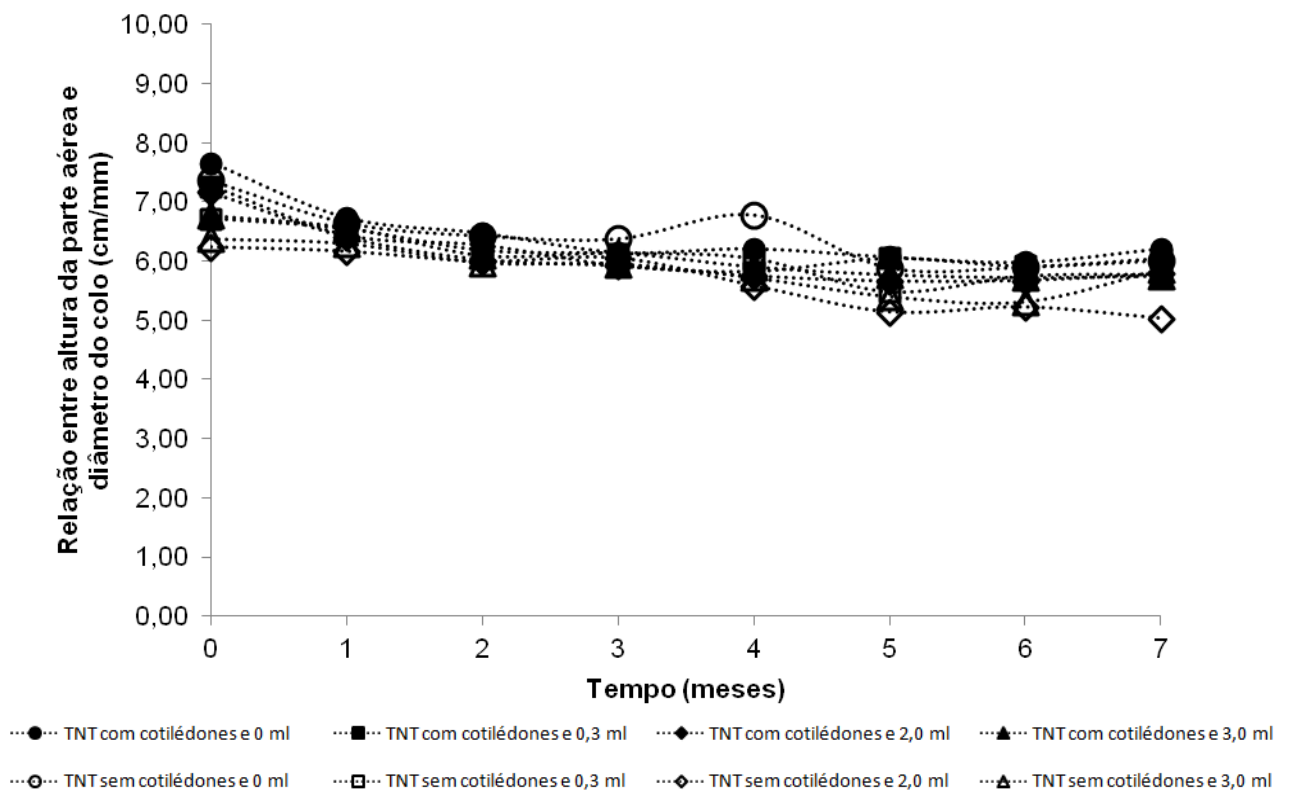


FIGURA 8 - RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* EM TNT DURANTE OS MESES DE AVALIAÇÃO.

Considerando o melhor e o pior tratamento (tubete com cotilédones e TNT sem cotilédones, respectivamente) para altura da parte aérea e diâmetro do colo mencionados nos tópicos anteriores, percebeu-se grande diferença entre os valores dessas duas variáveis: 26,43 e 15,43 cm e, 3,80 e 2,76 mm, respectivamente. A partir desses valores, a relação entre a altura da parte aérea e diâmetro do colo obtidos são 6,95 e 5,59, para os tratamentos, respectivamente.

Apesar de haver um equilíbrio entre as médias dessas duas variáveis para ambos os tratamentos, consideram-se as mudas produzidas em tubetes como superiores e com maior expectativa de sobrevivência e crescimento em campo, as quais atendem uma altura mínima para serem levadas a campo conforme recomendações de Gonçalves *et al.* (2000, p. 312).

Kalil Filho *et al.* (2007, p. 3) concordam com os valores de altura da parte aérea e de diâmetro do colo de mudas de guanandi aptas ao plantio. Os autores relatam que as mudas da espécie estão prontas para o plantio durante a primavera com seis a oito meses de idade, desde a semeadura. No entanto, segundo os autores, quando utilizadas embalagens maiores, o tempo das mudas no viveiro pode ser prolongado, por até um ano, porém devem ser realizadas adubações semanais para melhor desenvolvimento das raízes e parte aérea.

## CRESCIMENTO DAS MUDAS NO OITAVO MÊS DE IDADE

### Altura da parte aérea

Para a variável altura da parte aérea (H) no oitavo mês de idade das mudas houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os fatores recipiente e concentração de fertilizante (APÊNDICE 10), indicando que estes fatores são dependentes. Quando comparadas as médias destes dois fatores, para todas as concentrações de fertilizante, houve diferença estatística entre elas, com médias superiores para as mudas produzidas em tubete (TABELA 2).

TABELA 2 - MÉDIAS (cm) DE ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Tubete	TNT
0	22,43 a	20,34 b
0,3	24,24 a	18,90 b
2,0	24,34 a	17,40 b
3,0	23,52 a	17,29 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

Lisboa *et al.* (2012, p. 607, 608) em estudo verificando a influência de diferentes tamanhos de tubete sobre o crescimento de mudas de duas espécies florestais, concluíram que o tubete de 180 cm<sup>3</sup> foi o mais adequado para a produção de mudas de guanandi. As mudas apresentaram altura média de 21,70 cm aos cinco meses de idade. A diferença entre os valores para essa variável com o presente estudo pode estar condicionado ao clima dos diferentes locais de produção das mudas, além da idade das mesmas.

De acordo com as médias ajustadas pelas equações de regressão quadrática, nota-se um decréscimo na altura da parte aérea conforme os tratamentos de recipientes e presença ou ausência de cotilédones: 25,21 cm (tubete com cotilédones), 22,05 cm (tubete sem cotilédones), 20,01 cm (TNT com cotilédones) e 16,96 cm (TNT sem cotilédones) (APÊNDICES 11 e 12).

Tanto nos tratamentos de tubete com cotilédones quanto sem cotilédones e suas diferentes concentrações de fertilizante mineral, observou-se que houve aumento da altura das mudas conforme o aumento das concentrações de fertilizante até a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup> havendo redução de crescimento na concentração de 3,0 ml L<sup>-1</sup>.

Scheer *et al.* (2011, p. 58) constataram que mudas de guanandi com seis meses de idade que receberam aplicação de maior dose de fertilizante a base de macro e micronutrientes sofreram decréscimo significativo de altura da parte aérea (variando entre 32,4 e 35,0 cm). Os autores comentam que esse fato pode estar relacionado a um distúrbio fisiológico como desequilíbrio nos sítios de absorção ou na translocação.

O efeito de aumento da altura da parte aérea conforme o aumento da dosagem de fertilizante também foi constatado em mudas de *Eugenia uniflora*. As mudas apresentaram altura média de 16,50 cm aos seis meses de idade e, quando

aumentada a dosagem, houve efeito contrário, caracterizado como super dosagem (ABREU *et al.*, 2005, p. 1119).

Esse comportamento também pode indicar uma possível toxicidade da planta a algum dos nutrientes presentes no fertilizante mineral. Segundo Meurer (2007, p. 76) alguns nutrientes, quando em teores excessivos, apresentam efeito prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo classificados como elementos tóxicos. Em alguns casos, as raízes tornam-se mais espessas e há redução na emissão de raízes secundárias influenciando negativamente uma das funções primordiais das raízes que é a absorção de água e nutrientes.

Em contrapartida, Dechen e Nachtigall (2007, p. 122, 125) comentam que os casos de toxidez por molibdênio ou zinco, micronutrientes presentes no fertilizante mineral utilizado no experimento, não são muito frequentes. Existem relatos de plantas sem sintomas de toxidez que crescem em regiões de minas com teores de até 200 mg kg<sup>-1</sup> de molibdênio em folha.

Em relação aos tratamentos das mudas produzidas em recipiente TNT, houve um nítido decréscimo nos valores das médias conforme o aumento da concentração do fertilizante, comportamento apresentado no gráfico (FIGURA 9). Dessa forma, os tratamentos sem aplicação do fertilizante foram os que tiveram valores mais altos para esta variável.

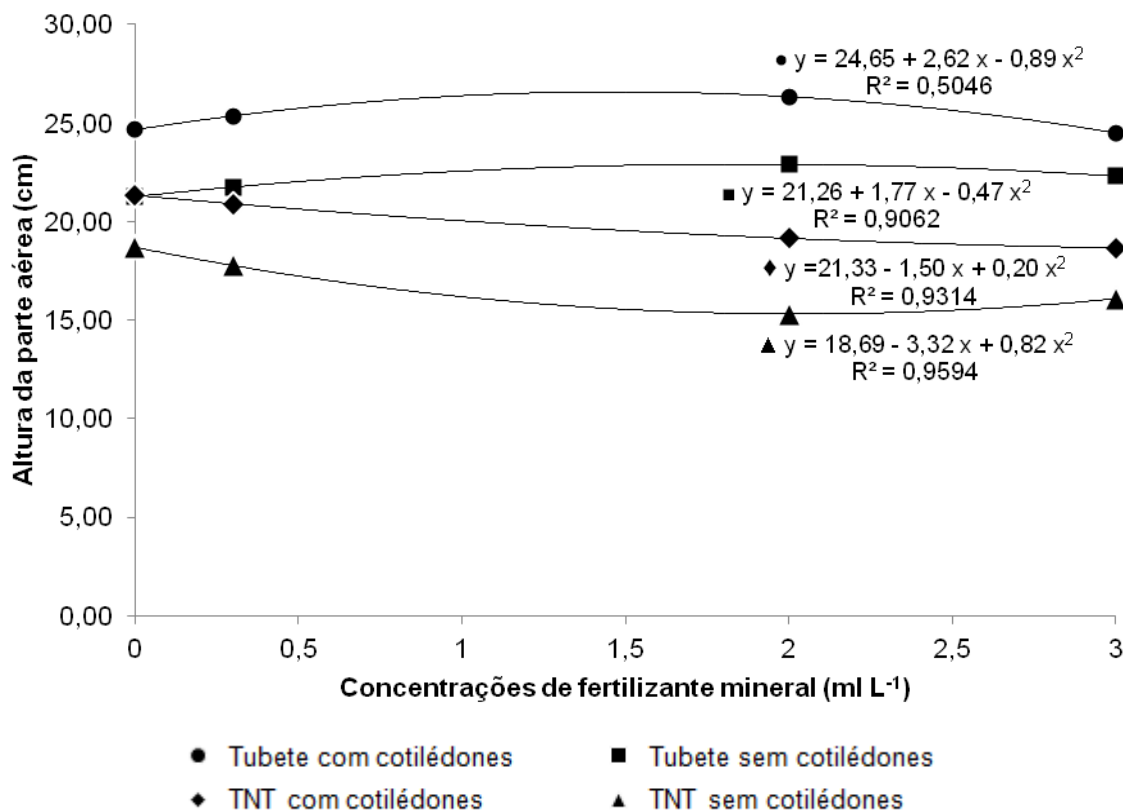


FIGURA 9 - MÉDIAS AJUSTADAS DE ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Artur *et al.* (2007, p. 849) constataram que mudas de guanandi provenientes de tratamentos testemunhas (sem aplicação de adubo orgânico) apresentaram uma das maiores alturas (29,1 cm) sendo consideradas de melhor qualidade para serem levadas a campo quando comparadas com as dos demais tratamentos. Fernandes *et al.* (2000, p. 1193) também observaram que mudas de *Chorisia speciosa* apresentaram maior crescimento em altura na ausência de fósforo, nutriente estudado pelos autores.

Na FIGURA 9 pode-se observar que as respostas em altura em relação ao aumento das concentrações de fertilizante mineral foram maiores para tubete que para TNT. Uma possível explicação é que houve maior perda de fertilizante com a drenagem da água (lixiviando os nutrientes ainda não absorvidos pelas mudas – MALAVOLTA; ROMERO, 1975, p. 194 a 197) de irrigação nos TNTs em relação aos tubetes, por aqueles serem recipientes permeáveis. Assim, a resposta das mudas em tubetes em altura foram crescentes em relação ao aumento da concentração do fertilizante até um limiar (2,0 ml L<sup>-1</sup>), acima da qual, passou a decrescer em altura, possivelmente devido a ter chegado a um nível de suficiência para a muda. Ainda, é

possível que devido ao estresse hídrico a muda tenha sua capacidade de assimilação do nutriente reduzida.

Todavia, para o tratamento TNT sem cotilédones com concentração de 3,0 ml L<sup>-1</sup> ocorreu uma leve tendência de aumento no crescimento da altura da parte aérea. Esse fato pode representar um efeito positivo que o fertilizante provocou no crescimento das mudas nessa dose. Nesse caso, essa resposta pode indicar uma superação de uma possível toxicidade, ou seja, alguma adaptação ou aproveitamento destas plantas aos componentes do produto. Taiz e Zeiger (2009, p. 765, 766) comentam que as plantas podem desenvolver duas estratégias básicas para tolerar a presença de concentrações elevadas de alguns elementos tóxicos. Uma delas é por exclusão, pela qual a concentração desses elementos é mantida na planta abaixo de um valor limiar tóxico ou, por tolerância interna, através da qual ocorrem diferentes adaptações bioquímicas.

Essa resposta de crescimento em altura nas concentrações superiores a 2,0 ml L<sup>-1</sup> de fertilizante em mudas sem cotilédones dentro de tubete e TNT, a qual não ocorreu em mudas com cotilédones, pode também, possivelmente, ser devido à existência de níveis desses micronutrientes nos cotilédones, fazendo com que o nível máximo de suficiência para a muda com cotilédones fosse atingido na concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup>.

As diferenças quanto às médias de altura da parte aérea são evidentes entre os recipientes (APÊNDICE 12). Este fato, de maneira geral, pode estar relacionado ao estresse gerado por baixa umidade do substrato em TNT, devido à rápida drenagem, fato observado nas primeiras semanas após a repicagem, prejudicando o crescimento das mudas neste recipiente, indicando sua preferência por substratos mais úmidos, como ocorrem naturalmente para a espécie. No entanto, para mudas de eucalipto produzidas em recipientes de parede perfurável, Aguiar e Mello (1974, p. 28) relataram valores de altura da parte aérea tão elevados quanto às formadas em outros recipientes como sacos plásticos. Os autores comentam que a permeabilidade adequada do recipiente estimulou o crescimento das mudas.

Oliveira (2007, p. 17) encontrou valores de altura da parte aérea semelhantes aos desse experimento. Em trabalho realizado com mudas de *C. brasiliense* em diferentes teores de umidade do substrato, as mudas apresentaram altura média de 23,96 cm em condições normais de umidade do substrato (capacidade de campo)

enquanto que, as mudas que foram submetidas a um período de alagamento apresentaram altura de 21,58 cm, aos oito meses de idade.

O fato dos tratamentos das mudas com cotilédones terem sido superiores provavelmente está relacionado com a transferência das reservas disponíveis para as folhas, as quais assumem o papel de assimilação da produção (LOVELL; MOORE, 1970, p. 1018). Esse fato explica a importância de não se suprimirem os cotilédones por ocasião da repicagem da muda. Essa não supressão também implica na economia de uma operação dentro do processo de repicagem.

De acordo com as recomendações de altura ideal de mudas para serem levadas a campo, as de espécies nativas devem apresentar altura entre 20 e 35 cm (GONÇALVES *et al.*, 2000, p. 312). Sendo assim, apenas as mudas referentes aos tratamentos com recipiente tubete aos oito meses estariam adequadas para plantio.

#### Diâmetro do colo

Os resultados da análise de variância para os valores de diâmetro do colo (DC) mostram interação significativa para os fatores recipiente e fertilizante (APÊNDICE 13). Houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade de erro para as médias do fator recipiente em todas as concentrações do fator fertilizante, sendo que as concentrações de 0,3 e 2,0 ml L<sup>-1</sup> apresentaram maiores médias de DC para as mudas de tubete (TABELA 3).

TABELA 3 - MÉDIAS (mm) DE DIÂMETRO DO COLO (DC) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Tubete	TNT
0	3,47 a	3,35 b
0,3	3,61 a	3,22 b
2,0	3,59 a	3,21 b
3,0	3,48 a	3,00 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

Os maiores valores de diâmetro do colo encontrados neste trabalho (3,61 e 3,59 mm) estiveram bastante próximos aos verificados por Lisboa *et al.* (2012, p. 607) referente a mesma espécie. Porém, para esses autores, o maior diâmetro do

colo verificado foi de 4,02 mm em mudas produzidas em tubete de 180 cm<sup>3</sup>, devido ao ambiente de produção ser mais quente quando comparado ao do presente estudo.

Os tratamentos referentes às diferentes concentrações de fertilizante das mudas com cotilédones produzidas em tubetes apresentaram maiores médias (3,72 mm), conforme ajustes pelas equações de regressão quadrática (APÊNDICES 14 e 15). Entretanto, as médias desta variável para os tratamentos tubete sem cotilédones e TNT com cotilédones, nas diferentes concentrações de fertilizante, foram praticamente as mesmas (3,36 e 3,37 mm, respectivamente). Assim como para a variável altura da parte aérea, as mudas sem cotilédones produzidas em TNT tiveram a média mais baixa (3,02 mm) de diâmetro do colo.

Augusto *et al.* (2003, p. 339, 341) encontraram valores de diâmetro do colo semelhantes (3,71 mm) ao melhor tratamento do presente estudo para mudas de *Copaifera langsdorffii* aos sete meses, quando fertirrigadas com fertilizantes minerais. Os autores comentam que as mudas produzidas com fertilizantes minerais possivelmente necessitem de um menor período em viveiro para seu crescimento, fato que atribui vantagem ao uso de fertilizantes minerais.

Cunha *et al.* (2005, p. 512) verificaram que os recipientes de maiores dimensões exercem influência sobre o incremento do diâmetro do colo. Segundo os autores, esses recipientes oferecem melhores condições para o crescimento das mudas. Ferraz e Engel (2011, p. 421) também concluíram que as mudas de espécies da sucessão final por eles estudadas tiveram melhores valores de altura da parte aérea e diâmetro do colo, além de melhor crescimento do sistema radicial, quando produzidas em tubete de maior volume. No entanto, no presente trabalho o recipiente com menor volume (tubete com 180 cm<sup>3</sup>) foi o que propiciou mudas de melhor qualidade para essa variável, pela maior umidade retida quando comparado ao estresse causado pela baixa disponibilidade de água em TNT, mesmo apresentando maior volume de substrato.

Houve um declínio nos valores de diâmetro do colo para as mudas de todos os tratamentos de recipiente e formas de repicagem (permanência ou retirada dos cotilédones) que receberam a concentração de 3 ml L<sup>-1</sup> de fertilizante (FIGURA 10). Além disso, para os tratamentos de TNT sem cotilédones há uma acentuada redução nas médias de diâmetro do colo (2,77 mm), quando comparadas com as médias da testemunha (3,10 mm) (APÊNDICE 15).



Scheer *et al.* (2011, p. 59) perceberam que mudas de guanandi produzidas sem adição de fertilizante apresentaram média de diâmetro do colo 14,3% maior à obtida com a maior concentração de macro e micronutrientes. Artur *et al.* (2007, p. 847) obtiveram valores de diâmetro do colo menores conforme aumento da dosagem de adubo orgânico em mudas da mesma espécie com sete meses de idade. O tratamento sem adubação orgânica foi o que apresentou maior valor para essa variável (3,93 mm).

Mudas de *Hymenaea courbaril*, aos 11 meses, apresentaram valores de diâmetro do colo e outras variáveis superiores quando omitido zinco nos tratamentos, demonstrando que esse caso trata-se, provavelmente, de um indicativo de uma toxidez com o micronutriente em questão (DUBOC *et al.*, 1996, p. 5).

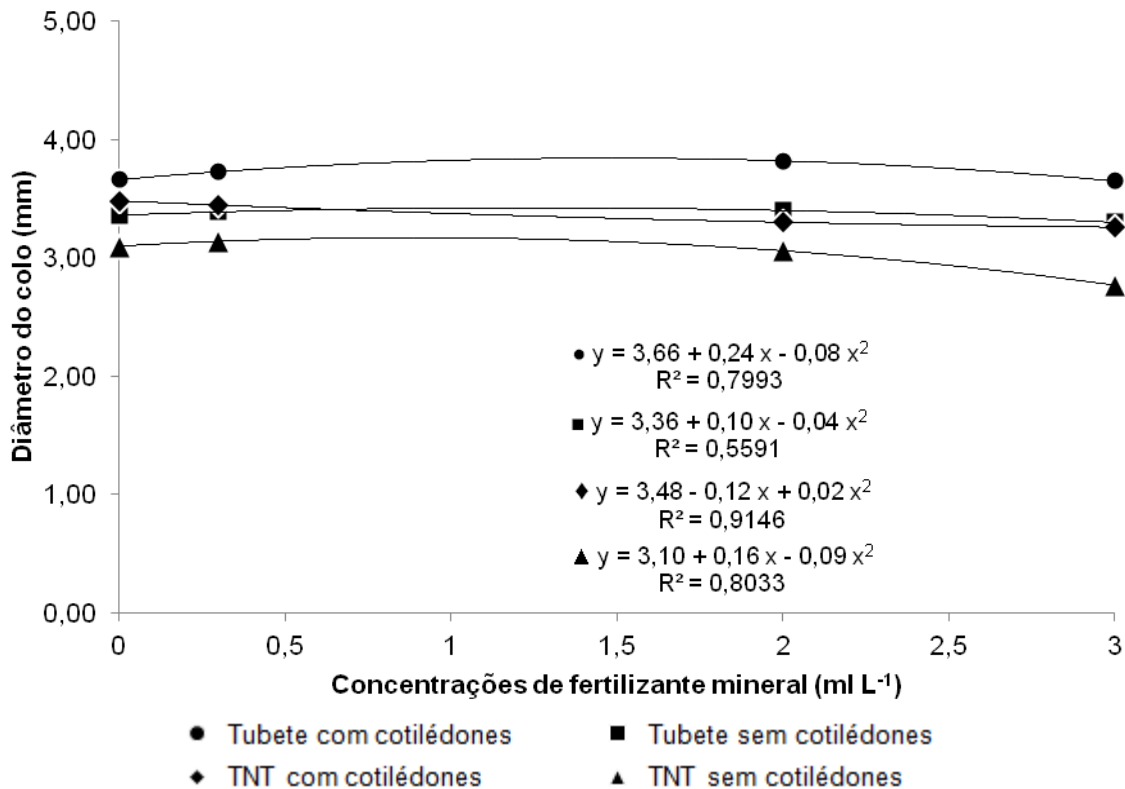


FIGURA 10 - MÉDIAS AJUSTADAS DE DIÂMETRO DO COLO (DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Para as mudas com cotilédones produzidas em TNT, a redução dos valores de diâmetro do colo foram contínuas já a partir do tratamento testemunha. Artur *et al.*, (2007, p. 848) observaram que mudas de guanandi que não receberam

adubação apresentaram diâmetro do colo, medido aos quatro meses, 10,7% maior do que no tratamento que recebeu a maior dose.

Todavia, Nasser *et al.* (2010, p. 10) ao trabalharem com mudas de *Coffea arabica* verificaram valores significativamente maiores tanto para diâmetro do colo quanto para altura da parte aérea em mudas produzidas em TNT quando comparadas com as de tubete. Esses resultados permitiram a recomendação do recipiente TNT para a produção de mudas, tendo em vista o bom crescimento vegetativo apresentado.

Conforme as recomendações de Gonçalves *et al.* (2000, p. 312) sobre os aspectos de vigor de uma muda nativa a ser levada a campo, o diâmetro do colo deve estar entre 5 e 10 mm. Com isso, as mudas do presente estudo não estariam aptas aos oito meses para serem plantadas, pois até mesmo os melhores tratamentos apresentaram diâmetros de colo inferiores a 4 mm. No entanto, Artur *et al.* (2007, p. 848) contestam a recomendação de Gonçalves *et al.* (2000, p. 312) salientando que ocorrem variações no diâmetro do colo de acordo com a espécie e, que inclusive, não há relatos quanto ao guanandi, sendo que diâmetros de colo de 4 mm têm sido adotados para comercialização por viveiristas. Além disso, deve-se levar em consideração o tamanho do recipiente utilizado pois o mesmo pode causar restrições ao crescimento da muda.

## INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA E DO DIÂMETRO DO COLO

Para a variável incremento total da altura da parte aérea também houve interação significativa entre os fatores recipiente e fertilizante (APÊNDICE 16) com diferença estatística entre as médias do fator recipiente em todas as concentrações de fertilizante mineral, sempre com maiores médias para as mudas produzidas em tubete, mais especificamente na concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup> (TABELA 4).

TABELA 4 - MÉDIAS (cm) DE INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Tubete	TNT
0	4,05 a	1,55 b
0,3	5,37 a	1,43 b
2,0	5,47 a	1,02 b
3,0	5,21 a	1,24 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

Ao verificar os valores estimados de ITH das mudas de *Calophyllum brasiliense* aos oito meses de idade, percebeu-se grande diferença entre os tratamentos, com valores de incremento superiores para as mudas com cotilédones de tubete (6,96 cm - APÊNDICES 17 e 18). Apesar de ter sido observada uma vantagem inicial no que diz respeito aos valores da altura da parte aérea (H) nas mudas de tubete sobre as de TNT (FIGURAS 3 e 4 e APÊNDICE 7), ao analisar os valores de ITH percebe-se claramente que os tratamentos com tubete foram muito superiores aos demais.

Keller *et al.* (2009, p. 308, 310) verificaram que mudas de *Zeyheria tuberculosa* e *Jacaranda puberula* apresentaram maior tendência de crescimento em altura e diâmetro quando produzidas em blocos prensados comparados aos tubetes. Os autores sugerem que esse baixo crescimento em tubete está relacionado com o menor volume de substrato desse recipiente quando comparado aos blocos. Todavia, novamente verificou-se que o maior crescimento de mudas de guanandi nesse experimento deve-se ao uso do tubete, o qual possui menor volume quando comparado ao TNT, porém com maior altura permitindo um melhor crescimento da muda.

As médias mais baixas de ITH foram resultantes dos tratamentos de mudas sem cotilédones produzidas em TNT (0,40 cm) e, os maiores incrementos observados nos tratamentos de mudas com cotilédones produzidas em tubete (6,96 cm). Na FIGURA 11 observa-se que, para os tratamentos com tubete houve aumento no incremento da altura da parte aérea conforme o aumento da concentração de fertilizante mineral e, logo em seguida, um leve declínio para os tratamentos com 3 ml L<sup>-1</sup> de fertilizante. Ao contrário disso, os tratamentos com TNT apresentaram queda de ITH conforme aumento da concentração do fertilizante e,

para a última concentração houve uma pequena elevação no valor da média para esta variável.

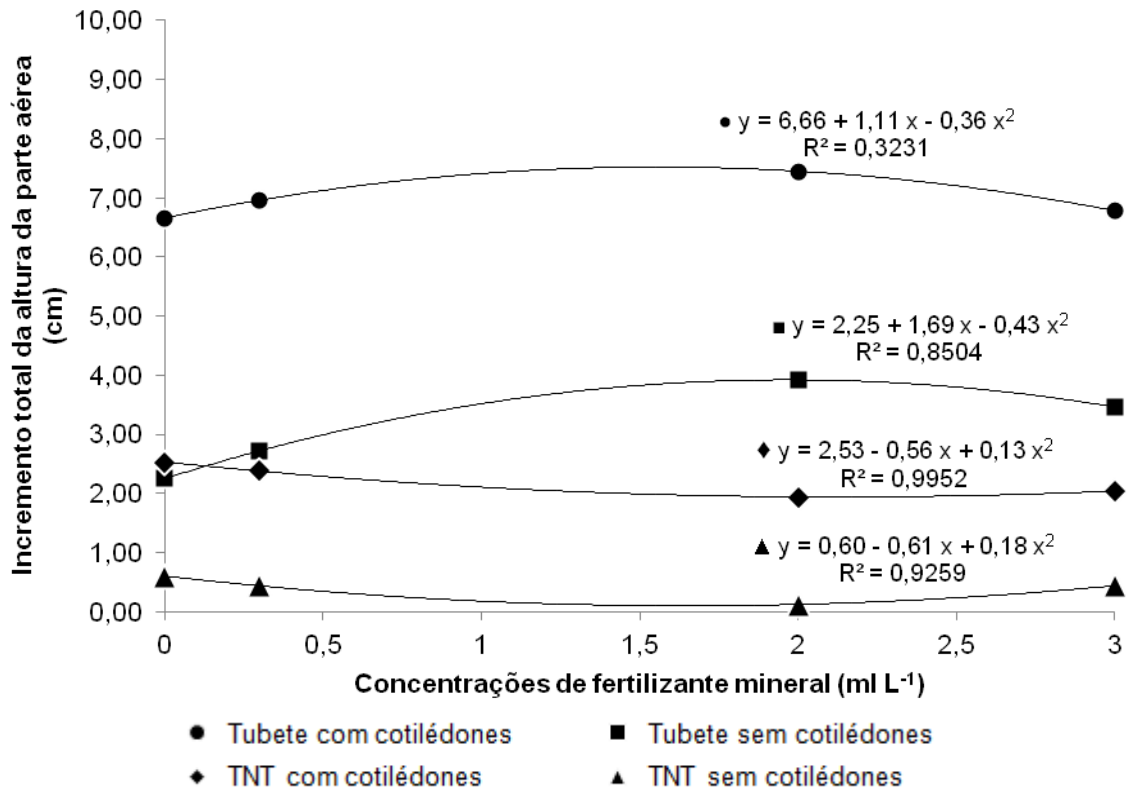


FIGURA 11 - MÉDIAS AJUSTADAS DE INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Lisboa *et al.* (2012, p. 605) relataram baixo incremento tanto da altura da parte aérea quanto do diâmetro do colo ao longo de cinco meses no crescimento de mudas de guanandi, com pouca diferença entre os tratamentos com diferentes volumes de tubete.

Em alguns casos, autores observaram que a omissão de nutrientes (macro e micronutrientes) podem não ser fator limitante ao crescimento de mudas de *Swietenia macrophylla* e *Hevea brasiliensis*, devido ao teor de matéria orgânica encontrado no solo ter suprido adequadamente as necessidades das plantas para os nutrientes estudados em cada caso (BATAGLIA; SANTOS, 1999, p. 889; SOUZA *et al.*, 2010, p. 517). Mas, em algumas situações, a planta pode não conseguir absorver a quantidade necessária dos nutrientes que requerem por meio de suas raízes, pois o baixo teor de matéria orgânica e a acidez do solo influenciam nesta atividade (BRUN *et al.*, 2012, p. 94).

Malavolta e Romero (1975, p. 194) explicam que em se tratando de micronutrientes, as necessidades totais requeridas pelas plantas podem frequentemente ser satisfeitas com uma única aplicação foliar. A partir disso, talvez a aplicação semanal do fertilizante mineral com micronutrientes realizada no presente trabalho durante alguns meses, pode ter sido excessiva, embora não tenham ocorrido sintomas visíveis de excesso de micronutrientes.

Para a variável incremento total do diâmetro do colo, também houve interação significativa para os fatores recipiente e fertilizante (APÊNDICE 19). No entanto, as médias desta variável para as mudas produzidas em tubete e TNT foram iguais estatisticamente para as testemunhas (0 ml L<sup>-1</sup>), com valores de ITDC superiores nas concentrações de 0,3 e 2,0 ml L<sup>-1</sup> em tubete (TABELA 5).

TABELA 5 - MÉDIAS (mm) DE INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Tubete	TNT
0	0,82 a	0,82 a
0,3	1,02 a	0,70 b
2,0	0,98 a	0,72 b
3,0	0,87 a	0,54 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

No caso de mudas de eucalipto produzidas em recipiente de parede perfurável, essas apresentaram-se mais delgadas conforme observações de Aguiar e Mello (1974, p. 29). No entanto, os autores comentam que essas mudas não devem ser consideradas de qualidade inferior às formadas em outros recipientes. Deve-se levar em conta as decorrências de ordem prática durante o plantio por se tratar de um recipiente biodegradável não sendo necessária desintegração das mudas e, por permitir que as raízes atravessem facilmente suas paredes. Porém, como constatado durante o desenvolvimento deste trabalho, o manuseio desses recipientes em viveiro é trabalhoso pois, não há uma estrutura adequada para os mesmos.

Os valores de ITDC foram maiores apenas para os tratamentos em tubete das mudas com cotilédones (1,22 mm) (APÊNDICES 20 e 21). Foi possível observar que o tratamento tubete sem cotilédones mostrou um aumento no incremento até a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup> e, a partir disso houve decréscimo (FIGURA 12). No

entanto, observa-se que as mudas dos demais tratamentos apresentaram queda de valores de incremento conforme aumento da concentração do fertilizante.

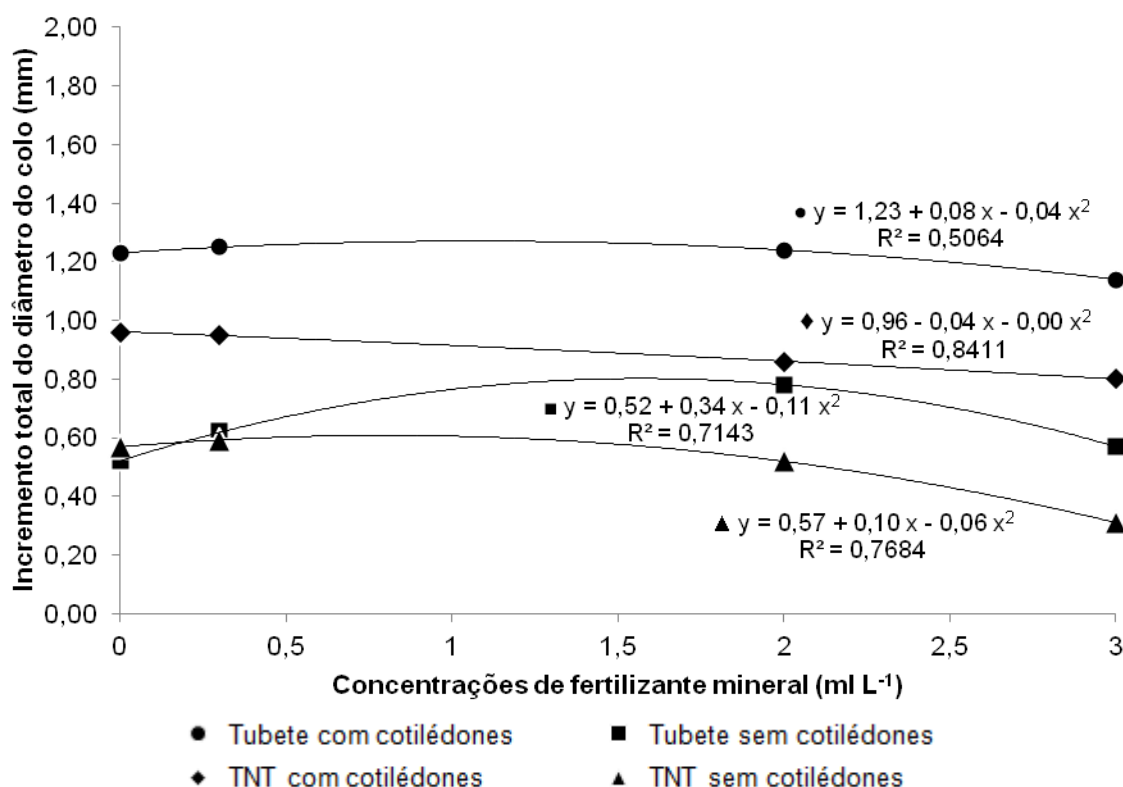


FIGURA 12 - MÉDIAS AJUSTADAS DE INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Assim como no caso da variável altura da parte aérea, as médias dos tratamentos das mudas com tubete também apresentaram uma vantagem inicial para os valores de diâmetro do colo sobre os de TNT (FIGURAS 5 e 6 e APÊNDICE 8). Mas, quando analisado o ITDC em complemento a variável DC, mais uma vez as mudas referentes aos tratamentos de tubete com cotilédones foram superiores.

De um modo geral, o fato do guanandi não responder positivamente ao aumento de doses de fertilizante, pode indicar uma alta eficiência na utilização de nutrientes e, por isso é pouco influenciado pelo nível de fertilização, tendo em vista a ocorrência da espécie em solos de baixa fertilidade, como Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos (SCHEER *et al.*, 2011, p. 60). Outra explicação para isso pode ser devido a restrição radicial causada pelo tamanho do recipiente, limitando o crescimento da muda e conseqüentemente produzindo menor incremento.

Marsaro e Maeda (2011, p. 1), em experimento de omissão de macro e micronutrientes, verificaram que a omissão individualmente de N, P, K, Ca, Mg, S, ou micronutrientes não afetou significativamente o crescimento de mudas de guanandi em altura ou diâmetro, evidenciando sua adaptabilidade em condições limitantes de nutrientes.

Maeda *et al.* (2012, p. 2, 3) verificaram que mudas de guanandi não respondem à elevação da saturação de bases para as características altura e biomassa seca das partes aérea e radicial das mudas através de calagem, (V%) a 25, 50, 75 e 100%, além do valor original do solo, ressaltando a preferência da espécie por solos ácidos, nos quais, segundo Dechen e Nachtigall (2007, p. 124), o zinco está mais disponível.

Resende *et al.* (1999, p. 2074, 2079) complementam que as espécies clímax, dentre elas o guanandi, teriam como mecanismo de adaptação um ajuste da taxa de crescimento apresentando um crescimento caracteristicamente mais lento, podendo ser interpretado como um baixo requerimento do nutriente pela planta. Este aspecto traria uma vantagem para o produtor pela utilização de uma dose mínima do fertilizante ou, ainda, a utilização de uma fonte de disponibilidade lenta para complementação dos nutrientes procedentes da decomposição da serrapilheira.

## FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE E AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO

A análise de variância foi significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro para o fator cotilédone em relação a variável facilidade de retirada do tubete e, interação significativa entre os fatores cotilédone e fertilizante para a variável agregação das raízes ao substrato (APÊNDICE 22).

Para a variável facilidade de retirada do tubete, as médias das mudas com cotilédones foram de 4,14 enquanto que para as sem cotilédones foi de 3,65, diferindo entre si estatisticamente e conferindo facilidade alta e média, respectivamente. Apenas para a concentração de 0,3 ml L<sup>-1</sup> de fertilizante houve diferença significativa. Para a agregação das raízes ao substrato houve diferença estatística apenas entre as médias da testemunha (TABELA 6).

TABELA 6 - MÉDIAS DE FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE (FR) E AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (AG) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense*, AOS OITO MESES DE IDADE COM E SEM COTILÉDONES, COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

	Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Com cotilédones	Sem cotilédones
Facilidade de retirada do tubete	0	3,97 a	3,66 a
	0,3	4,28 a	3,31 b
	2,0	4,12 a	4,00 a
	3,0	4,20 a	3,63 a
		4,14	3,65
Agregação das raízes ao substrato	0	2,54 a	1,72 b
	0,3	2,12 a	1,71 a
	2,0	1,80 a	1,72 a
	3,0	1,37 a	1,83 a
		1,96	1,75

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

O motivo pelo qual as mudas com cotilédones apresentaram maiores médias para a FR, pode estar vinculado à um maior vigor que essas mudas podem possuir pela presença dos cotilédones, o qual armazena reservas alimentares e estão constantemente sintetizando-as, tornando as mudas mais robustas (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988, p. 44, 45) com sistema radicial melhor desenvolvido, permitindo que mantenham um torrão mais firme para o momento de retirada.

Não houve correlação significativa entre as variáveis facilidade de retirada da muda do tubete com agregação das raízes ao substrato ( $R = 0,07^{ns}$ ), tampouco com a biomassa seca radicial ( $R = 0,10^{ns}$ ), apenas para a altura da parte aérea ( $R = 0,43^*$ ) e diâmetro do colo ( $R = 0,42^{**}$ ).

No entanto, houve correlação altamente significativa da variável agregação das raízes ao substrato com a biomassa seca radicial ( $R = 0,58^{**}$ ), aérea ( $R = 0,40^{**}$ ) e total ( $R = 0,47^{**}$ ), mostrando que essas variáveis podem influenciar nos resultados das demais considerando apenas os tratamentos que apresentaram diferenças estatísticas (APÊNDICE 38).

Neste trabalho, a facilidade de retirada das mudas do tubete foi influenciada certamente pela pouca quantidade de raízes formadas, mesmo em mudas com cotilédones. Além disso, deve-se lembrar que o guanandi é uma espécie clímax que, de acordo com Gonçalves *et al.* (2000, p. 325, 329) possui um sistema radicial menos ramificado, de menor comprimento, geralmente com raízes finas mais espessas.



Com a baixa quantidade de raízes formadas, a agregação do sistema radicial ao substrato torna-se dificultada. No entanto, deve-se estar atento ao fato de que a combinação desses dois fatores pode proporcionar uma grande facilidade de retirada do tubete (como observado nesse estudo), mesmo não apresentando boa qualidade radicial (BOENE *et al.*, 2013, p. 413, 414; DALANHOL, 2013, p. 59; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003, p. 157). Além disso, Boene *et al.* (2013, p. 414) sugerem a utilização de recipientes de menor volume para a produção de mudas pois, os recipientes de maior volume também podem influenciar em uma agregação ruim devido a maior quantidade de substrato que as raízes devem explorar.

De acordo com Sturion e Antunes (2000, p. 140) um dos fatores que também influenciam a facilidade de retirada da muda do tubete na ocasião do plantio é o substrato. Esse, além de propiciar boas condições para o adequado crescimento da muda, deve possuir uma estrutura que não dificulte a retirada da muda e que não destorre.

#### BIOMASSA SECA AÉREA, RADICIAL E TOTAL

Houve interação significativa entre os fatores cotilédone e concentrações de fertilizante para a biomassa seca aérea (APÊNDICE 23). Foi constatado que as mudas que possuíam cotilédones apresentaram mais biomassa da parte aérea nas diferentes concentrações de fertilizante que as mudas das quais os cotilédones foram removidos (TABELA 7).

TABELA 7 - MÉDIAS (g) DE BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense*, AOS OITO MESES DE IDADE COM E SEM COTILÉDONES, COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	1,19 a	0,86 b
0,3	1,25 a	0,82 b
2,0	1,20 a	0,81 b
3,0	0,98 a	0,79 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

Os maiores valores estimados de BSA pertencem ao tratamento tubete com cotilédones, mais especificamente na concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup> (APÊNDICES 24 e

25). Carvalho e Nakagawa (1988, p. 44, 45) comentam que, além de armazenar reservas alimentares, os cotilédones podem também sintetizá-las pois possuem um aparato enzimático responsável por diversos processos fisiológicos na planta.

Os demais tratamentos apresentaram comportamentos distintos quando observadas as tendências no gráfico de regressão (FIGURA 14). Os tratamentos tubete sem cotilédones e TNT com cotilédones apresentaram médias gerais bem próximas entre si. Porém, o primeiro apresentou comportamento contínuo crescente conforme aumento das concentrações de fertilizante enquanto que, o segundo sofreu redução em seus valores de biomassa, igualmente ao tratamento TNT sem cotilédones. Houve forte correlação positiva entre essa variável com a biomassa seca radicial ( $R = 0,80^{**}$ ) (APÊNDICE 38). Essa alta correlação indica que o bom crescimento do sistema radicial está diretamente relacionado ao crescimento da parte aérea.

Santos *et al.* (2008, p. 803) obtiveram baixos incrementos na produção de biomassa seca aérea conforme o aumento da adubação fosfatada em mudas de guanandi aos três meses de idade. Esse comportamento foi semelhante ao observado no presente estudo com concentrações mais elevadas de fertilizante mineral.

Lisboa *et al.* (2012, p. 607) não encontraram diferenças significativas entre os valores de BSA de mudas de guanandi aos cinco meses de idade. Porém, os valores para essa variável foram bastante semelhantes aos encontrados no presente estudo, sendo 0,79, 1,18 e 1,19 g para os diferentes volumes de tubetes testados pelos autores: 115, 180 e 280 cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Aguiar e Mello (1974, p. 28, 29) constataram baixos valores de biomassa seca aérea para mudas de eucalipto produzidas em recipiente de parede permeável, apesar de terem apresentado valores de altura da parte aérea tão elevadas quanto às formadas nos demais recipientes testados. Esse fato pode ter sido influenciado pela maior densidade de população de mudas nas parcelas desse recipiente em relação a dos outros, resultando em uma menor produção de biomassa seca. No presente estudo também pode ser observado que, devido ao posicionamento das mudas de TNT sobre as bandejas, o espaçamento entre cada muda foi menor, gerando uma maior densidade em cada bandeja.

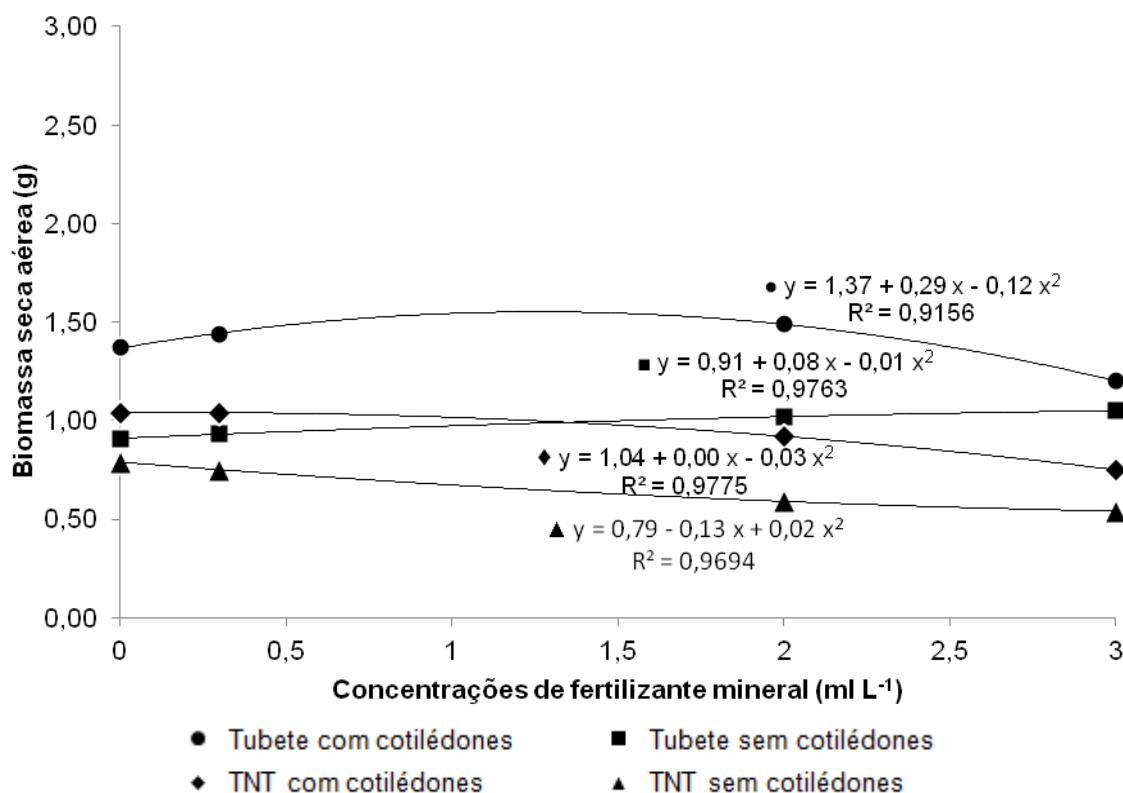


FIGURA 13 - MÉDIAS AJUSTADAS DE BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Taiz e Zeiger (2009, p. 109) relatam que cultivos sob fertilização e irrigação alocam mais recursos para a parte aérea e estruturas reprodutivas que para as raízes, e essa mudança nos padrões de alocação geralmente resulta em maior produtividade. As folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios) e nutrientes para adaptação da muda após o plantio, inclusive para a síntese de raízes (GONÇALVES *et al.*, 2000, p. 314).

Larcher (2000, p. 149, 153,) afirma que a produção de biomassa seca aumenta com um maior ganho de CO<sub>2</sub> e, portanto, está correlacionada com a capacidade fotossintética que por sua vez é mais elevada conforme maior for a área foliar. Esse carbono que não é utilizado na respiração produz os carboidratos que serão distribuídos pela planta para serem aplicados em seu crescimento ou reserva.

No entanto, para a variável biomassa seca radicial apenas o fator fertilizante foi significativo ao nível de 5% de probabilidade (APÊNDICE 26). As mudas cujo tratamento apresentou maior BSR foram provenientes de tubete com cotilédones, nas concentrações 0,3 ml L<sup>-1</sup> e testemunha (0,73 e 0,72 g, respectivamente) (APÊNDICES 27 e 28). De um modo geral, em todos os tratamentos foi verificado

um declínio na quantidade de biomassa radicial quando a concentração de fertilizante foi elevada, exceto para o tratamento tubete sem cotilédones que permaneceu com valor constante (FIGURA 15).

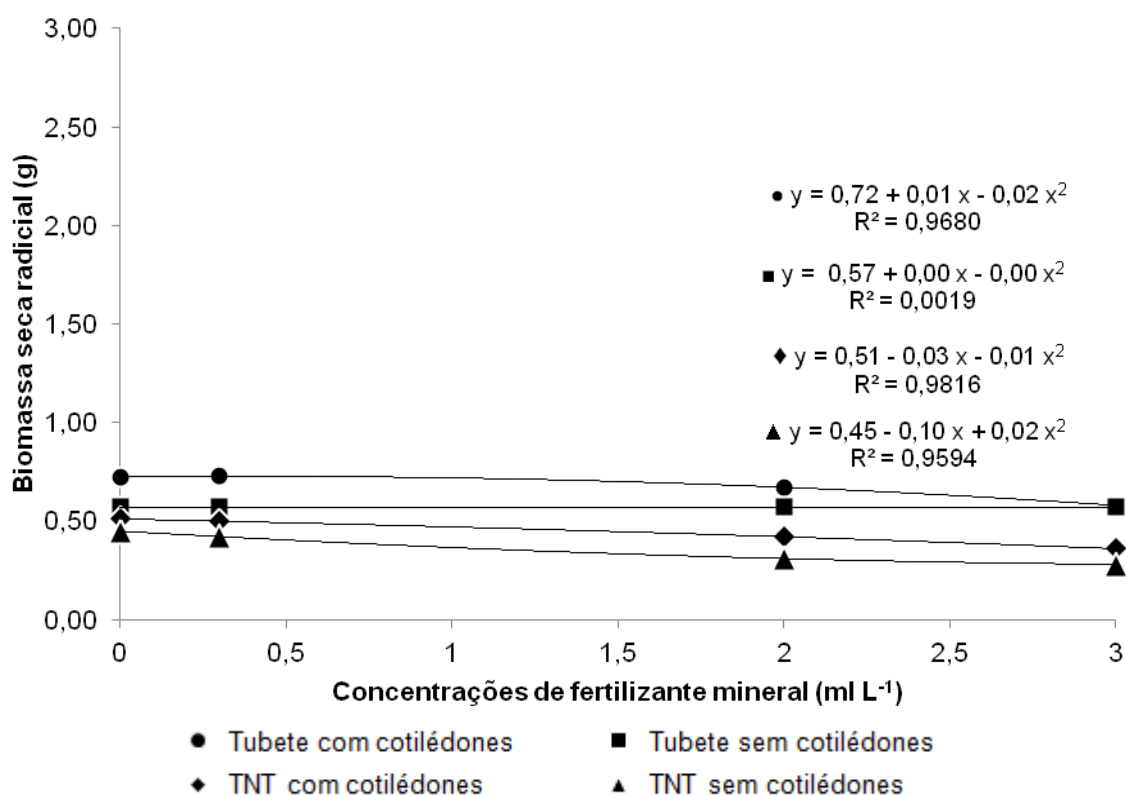


FIGURA 14 - MÉDIAS AJUSTADAS DE BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE

Os maiores valores da variável BSR do presente estudo foram superiores aos encontrados por Lisboa *et al.* (2012, p. 607) em mudas de guanandi, os quais variaram de 0,28 a 0,44 g, provavelmente pela diferença de idade entre as mudas de cada estudo. De acordo com os autores, esses valores não apresentaram diferença estatística, o que pode estar vinculado a capacidade de adaptação a ambientes adversos pela espécie.

Os altos coeficientes de determinação observados para os tratamentos tubete com cotilédone e TNTs com e sem cotilédones atestam a consistência das equações quadráticas correspondentes a estes tratamentos para explicar o efeito das diferentes concentrações de fertilizantes no incremento de biomassa seca radicial. Exceção a este fato foi observado no tratamento tubete sem cotilédones, onde o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi baixo, no nível de 0,19%, significando que foi

desprezível a correlação entre as concentrações de fertilizante e a produção de biomassa, ou seja, não houve efeito das concentrações de fertilizante sobre a formação de biomassa radicial neste tratamento.

A baixa produção de BSR não indica baixa qualidade da muda. Ao contrário, conforme a quantidade de água inicial presente na biomassa radicial, sugere-se que se houver maior quantidade de raízes novas (pelos radiculares, responsáveis pela absorção de água e nutrientes, cujo valor da medição do seu peso é quase desprezível) é também um indicativo de uma muda de qualidade. Portanto, sob o ponto de vista fisiológico, essa grande quantidade de raízes novas é vantajosa e de grande importância para a sobrevivência e crescimento inicial das mudas em campo dada a função das raízes para o desenvolvimento das plantas. Por esse motivo, também não deve-se avaliar a qualidade de uma muda baseada apenas na biomassa seca (CARNEIRO, 1995, p. 83, 87; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 693). É importante que hajam raízes finas novas pois estas assegurarão pronto crescimento radicial no campo, agilizando a adaptação da planta ao ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2000, p. 314).

Keller *et al.* (2009, p. 310, 311, 313) obtiveram maior biomassa seca aérea e radicial das mudas de *Jacaranda puberula*, aos cinco meses, produzidas em sistema de blocos quando comparadas as produzidas em tubete. Esse fato tornaria viável a produção de mudas neste tipo de sistema, inclusive no que diz respeito a maior taxa de sobrevivência das mudas em campo pois, no caso das mudas produzidas em tubete, a maior mortalidade pode ser em razão, possivelmente, da barreira física que a parede rígida dos tubetes impõem às raízes durante a fase de viveiro, dificultando o correto crescimento das mesmas, fato também observado por Schiavo e Martins (2003, p. 176). No presente trabalho, caso houvesse uma maior produção de biomassa seca radicial, a produção de mudas em TNT poderia apresentar resultados semelhantes por não conterem paredes rígidas e por permitirem uma adequada arquitetura radicial (APÊNDICE 6). No entanto, deve-se lembrar que há baixa retenção de umidade e baixo crescimento aéreo e de outras variáveis, inclusive radicial, das mudas produzidas neste recipiente, cujos tratamentos foram piores.

Tratando-se de biomassa seca total, essa variável exibiu interação significativa entre os fatores recipiente e fertilizante (APÊNDICE 29). Houve

diferença significativa entre as médias do fator recipiente, sendo que os tratamentos com tubete proporcionaram melhores resultados (TABELA 8).

TABELA 8 - MÉDIAS (g) DE BIOMASSA SECA TOTAL (BST) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense*, AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT, COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Tubete	TNT
0	1,78 a	1,41 b
0,3	1,84 a	1,32 b
2,0	1,88 a	1,13 b
3,0	1,70 a	0,96 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

Conforme os resultados da análise de regressão polinomial, a concentração de fertilizante que originou maior valor de biomassa seca total nas mudas de *C. brasiliense* foi a de 0,3 ml L<sup>-1</sup> seguida de 2,0 ml L<sup>-1</sup> (2,18 e 2,17 g, respectivamente) (APÊNDICES 30 e 31). Apesar desse resultado, conforme o aumento da concentração de fertilizante, a tendência da BST é diminuir (FIGURA 16).

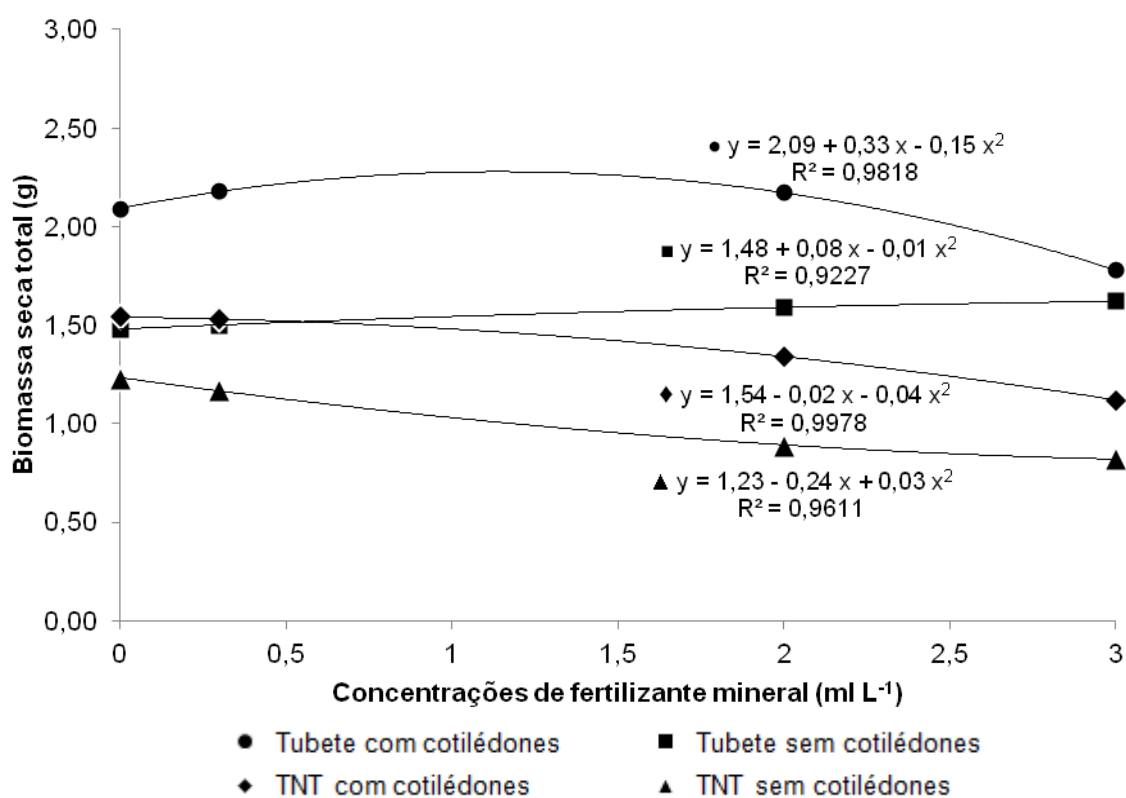


FIGURA 15 - MÉDIAS AJUSTADAS DE BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Artur *et al.* (2007, p. 849) também verificaram menor produção de biomassa (aérea, radicial e total) conforme aumentadas as doses de adubo orgânico em mudas de guanandi aos sete meses de idade, provavelmente devido ao aumento nos teores de nutrientes e da condutividade elétrica que foram obtidos. Concluindo que esse tipo de adubação não é necessária para a produção de mudas da espécie.

Ambos os tratamentos com TNT sofreram queda contínua em seus valores de biomassa pelo aumento da concentração de fertilizante. Entretanto, apesar de não apresentar valores altos de BST, nas mudas sem cotilédones produzidas em tubete foi constatada uma tendência de aumento de BST como resposta ao aumento da concentração do fertilizante.

Esses valores de BST são semelhantes aos constatados por Lisboa *et al.* (2012, p. 607) em mudas de guanandi. Os autores obtiveram biomassa seca total das mudas da espécie que variaram de 1,07 a 1,63 g.

Dechen e Nachtigall (2007, p. 92) afirmam que é necessário que haja disponibilidade e absorção dos nutrientes em proporções adequadas, via solução do solo ou como suplementação via foliar. Desequilíbrios em suas proporções podem causar deficiência ou excesso de nutrientes, causando limitações ao crescimento das plantas ou mesmo sua morte.

Oliveira (2007, p. 23) relata que devido as reservas acumuladas e/ou fotossintetatos de mudas de *C. brasiliense* submetidas ao alagamento, foi possível a manutenção de sua produção de biomassa aérea e radicial permitindo a realização de suas atividades metabólicas. Por essas e outras características *C. brasiliense* foi classificada como espécie tolerante ao alagamento.

O fato das mudas produzidas em TNT terem apresentado menor biomassa, está relacionado a evaporação e transpiração das mudas pelo recipiente poroso. Pimenta (2004, p. 27, 30) explica que de toda a água absorvida pelas plantas, cerca de 95% é perdida na transpiração, sendo o restante utilizado no metabolismo e crescimento. Dessa forma, diversas centenas de litros de água são requeridas para produzir cada quilograma de biomassa seca. Com isso, a transpiração excessiva pode levar a significativa redução na produtividade e causar implicações no crescimento vegetal. No entanto, uma taxa de transpiração elevada pode estar relacionada a maior absorção e translocação de nutrientes.

## RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

De acordo com os resultados da análise de variância para relação entre altura da parte aérea e diâmetro do colo, ocorreu interação tripla para os todos os fatores ao nível de 5% de probabilidade de erro (APÊNDICE 32). Novamente, pelos resultados da análise de regressão polinomial, o tratamento tubete com cotilédones teve melhores resultados para a concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup>, na qual a relação H/DC foi de 6,88 (APÊNDICES 33 e 34). Porém, apesar de apresentar a média geral mais baixa dentre os demais tratamentos, o tratamento TNT sem cotilédones gerou uma relação H/DC de 5,67. Para essa variável, os tratamentos tiveram comportamentos distintos quando observadas as tendências no gráfico (FIGURA 17) em resposta as diferentes concentrações de fertilizante mineral.

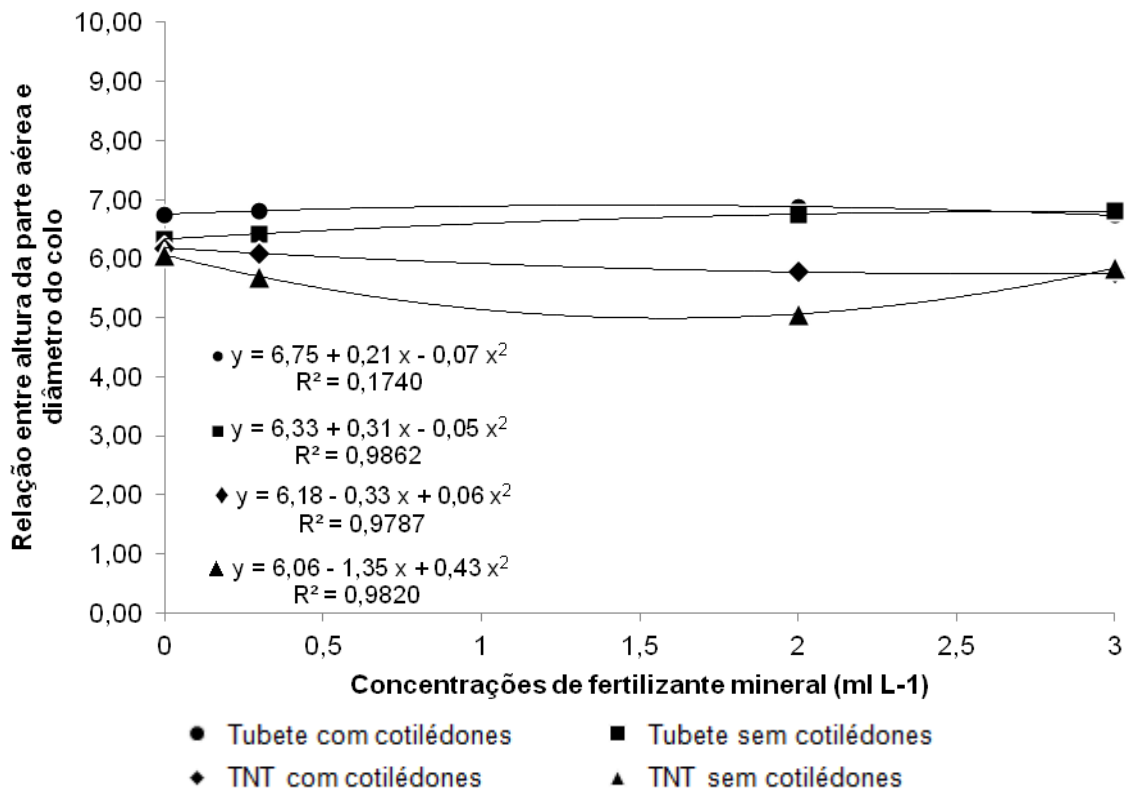


FIGURA 16 - MÉDIAS AJUSTADAS DE RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.



Artur *et al.* (2007, p. 847) obtiveram valores da relação H/DC variando entre 6,5 e 7,9 em mudas de guanandi com sete meses, conforme as doses de adubo orgânico aplicado para a produção de mudas da espécie. De acordo com os valores encontrados por esses autores, o valor de 6,88 referente ao melhor tratamento do para a variável H/DC do presente estudo está de acordo.

Porém, fazendo uma observação mais detalhada dos valores de H, DC e H/DC do melhor tratamento do presente estudo (tubete com cotilédones e 2,0 ml L<sup>-1</sup>) e, do tratamento com maior valor de H/DC em Artur *et al.* (2007, p. 847) têm-se os seguintes valores, respectivamente: 26,33 cm, 3,82 mm, 6,88 e 30,40 cm, 3,84 mm, 7,9. A partir disso, percebe-se que por mais que os valores de DC sejam semelhantes entre os experimentos, há uma grande diferença entre os valores de H. Portanto, o valor mais alto de H/DC para Artur *et al.* (2007) pode estar condicionado a um desequilíbrio entre as duas variáveis, tendo em vista que trata-se de uma muda mais alta e delgada.

Então, o valor de 6,88 de H/DC no presente estudo pode ser considerado adequado quando observados detalhadamente os valores das demais variáveis. Carneiro (1995, p. 80, 81) sugere que a relação H/DC deve estar entre os limites de 5,4 até 8,1, considerando uma altura da parte aérea na faixa entre 20 e 30 cm com diâmetro do colo de 3,7 mm.

Os valores da relação H/DC resultantes do trabalho de Scheer *et al.* (2011, p. 59), com mudas de guanandi aos seis meses de idade, mostram valores superiores aos recomendados (8,6 a 12,2). Os autores alegam que cada espécie pode apresentar características diferentes nos diversos estágios de desenvolvimento das mudas e, que o tipo de sistema de produção utilizado, principalmente quanto ao recipiente, podem interferir nos valores da relação H/DC.

Mudas que tenham baixo diâmetro do colo apresentam dificuldade em se estabelecer e de se manterem eretas após o plantio. Mudas com baixo diâmetro do colo e altura elevada são consideradas de qualidade inferior às menores e com maior diâmetro do colo. A consequência causada por esse desequilíbrio é o tombamento seguido da morte da planta ou deformações que comprometam seu valor silvicultural (CUNHA *et al.*, 2005, p. 511, 512).

Quando realizada a análise de variância para o índice de qualidade de Dickson, obteve-se interação entre os fatores recipiente e fertilizante (APÊNDICE 35). Ao observar a Tabela 9 nota-se que de maneira geral, houve diferença

estatística entre as média dos recipientes, exceto quando analisadas as médias das testemunhas.

TABELA 9 - MÉDIAS DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense*, AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE E TNT, COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL.

Concentrações (ml L <sup>-1</sup> )	Tubete	TNT
0	0,42 a	0,45 a
0,3	0,53 a	0,43 b
2,0	0,56 a	0,42 b
3,0	0,50 a	0,33 b

Letras iguais na horizontal não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan. Os efeitos das concentrações de fertilizante foram avaliados por análise de regressão.

As médias ajustadas pelas equações de regressão sugerem que o tratamento tubete com cotilédones foi o melhor, mais precisamente na concentração de 2,0 ml L<sup>-1</sup>, em que o IQD foi de 0,72 (APÊNDICES 36 e 37). Todavia, ao serem observados os demais, o segundo melhor tratamento foi de mudas com cotilédones porém em recipiente TNT, com IQD de 0,49. Com excessão do tratamento tubete sem cotilédones, o restante apresentou valores reduzidos de IQD na concentração de 3 ml L<sup>-1</sup> (FIGURA 18).

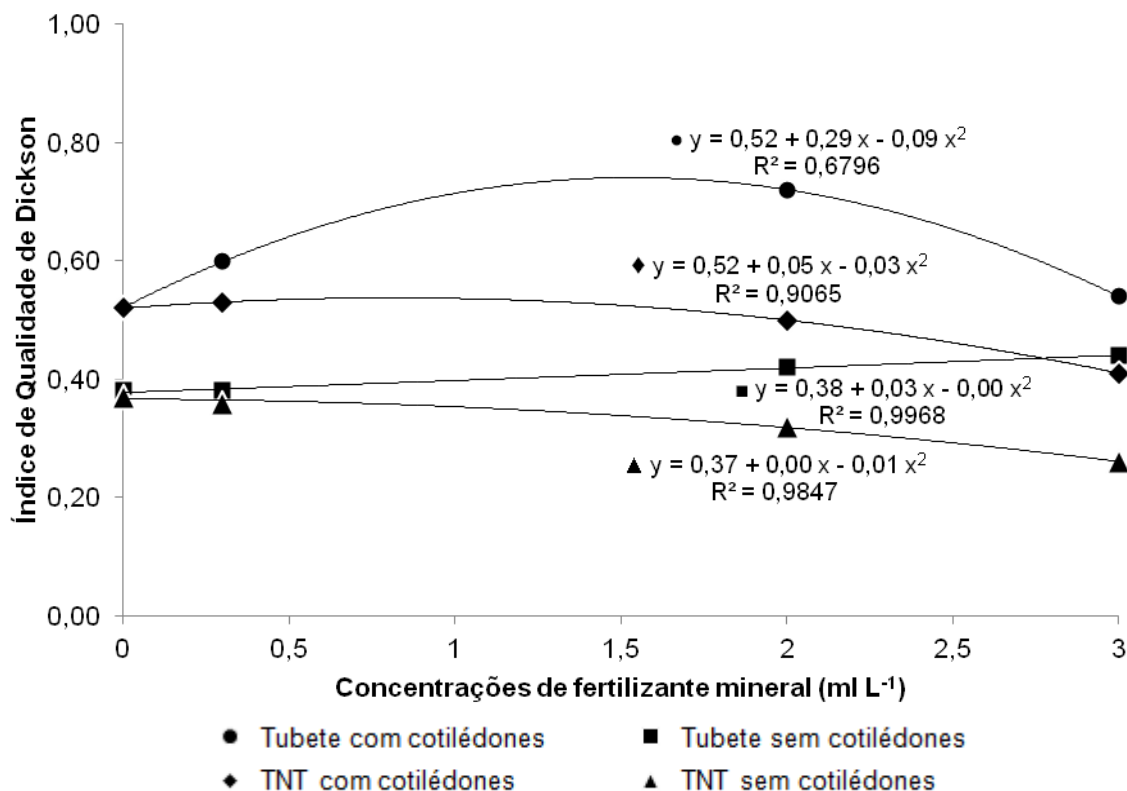


FIGURA 17 - MÉDIAS AJUSTADAS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) PARA AS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tanto para H/DC quanto para IQD, houveram correlações entre diversas variáveis para as mudas dos diferentes recipientes. As mudas produzidas em tubete apresentaram correlações significativas entre a variável H/DC e altura da parte aérea, biomassa seca aérea e índice de qualidade de Dickson ( $R = 0,69^{**}$ ,  $0,48^{**}$  e  $0,46^{**}$ , respectivamente), enquanto que o IQD apresentou forte correlação positiva com as variáveis altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa seca aérea, radicial e total, além da relação H/DC ( $R = 0,80^{**}$ ,  $0,78^{**}$ ,  $0,97^{**}$ ,  $0,67^{**}$ ,  $0,93^{**}$ ,  $0,46^{**}$ , respectivamente) indicando esse índice como viável para a avaliação da qualidade de mudas.

No que concerne a H/DC para as mudas produzidas em TNT, houve correlação moderada significativa dessa variável entre a altura da parte aérea e biomassa seca aérea ( $R = 0,70^{**}$  e  $0,41^{**}$ , respectivamente). O IQD correlacionou-se significativamente com a altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa seca aérea, radicial e total ( $R = 0,74^{**}$ ,  $0,77^{**}$ ,  $0,93^{**}$ ,  $0,64^{**}$  e  $0,86^{**}$ , respectivamente).

Para mudas de guanandi aos cinco meses de idade, Lisboa *et al.* (2012, p. 606, 608) encontraram valores de IQD que variaram entre 0,13 e 0,19 em

tratamentos com diferentes volumes de tubete, porém sem apresentarem diferenças significativas entre si. Os autores comentam que o conjunto de características como diâmetro do colo, altura da parte aérea e massa seca total, associado ao IQD, pode ser mais adequado para a avaliação da qualidade final das mudas da espécie.

Para *Campomanesia xanthocarpa*, Dalanhol (2013, p. 78) classificou como mudas de melhor qualidade as que apresentaram IQD de 0,30 aos seis meses de idade quando submetidas a tratamento de adubação. No presente trabalho, valores próximos a esse foram encontrados apenas nos tratamentos mais inferiores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para evitar restrições ao crescimento das mudas, tanto da parte aérea quanto radicial, recomenda-se a utilização de recipientes de maior tamanho, principalmente em altura.

Recomenda-se que a repicagem seja feita com mudas menores para que se possa acompanhar melhor o crescimento das mudas em viveiro.

Tendo em vista a melhor arquitetura aparente do sistema radicial das mudas de *Calophyllum brasiliense* produzidas em embalagens de TNT, sugerem-se outros testes com este tipo de recipiente com maior controle do substrato no que diz respeito a capacidade de retenção de água ou irrigação.

Para maior clareza quanto a uma possível toxidez em mudas de *C. brasiliense* para tratamentos com fertilizante mineral, recomenda-se a análise química de macro e micronutrientes nos tecidos das mudas para avaliação do estado nutricional das mesmas.

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, o recipiente tubete proporcionou os melhores resultados no crescimento de mudas de *Calophyllum brasiliense* quando comparados aos das mudas produzidas em TNT.

Os cotilédones sempre devem ser conservados durante a operação de repicagem, pois além de conter reservas para o crescimento das mudas, este procedimento acarreta em redução de custos de operação.

Embora as respostas às concentrações de fertilizante com zinco e molibdênio foram positivas para mudas em tubetes até a concentração de 2 ml L<sup>-1</sup>, não houve formação de quantidade suficiente de raízes para uma boa agregação do torrão, o que evidencia a necessidade do estabelecimento de novos experimentos utilizando outras formulações de macro e micronutrientes para o guanandi.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Editores). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736. 1017p.

ABREU, N. A. A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B. G.; TEIXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1117-1124, 2005.

AGRICHEM. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.agrichem.com.br/produtos/8>>. Acesso em: 14/03/2013.

AGROFIOR. **Embalagem para mudas**. Disponível em: <<http://www.agrofior.com/index.php?pag=menu&idmenu=92>>. Acesso em: 1/10/2013.

AGUIAR, I. B.; MELLO, H. A. Influência do recipiente na produção de mudas e no desenvolvimento inicial após o plantio no campo, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, n. 8, p.19-40, 1974

ALCARDE, J. C. Fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Editores). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 737-768. 1017p.

ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Influência do substrato, tamanho de sementes e maturação de frutos na formação de mudas de pitangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1216-1223, 2012.

ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARRETTO, V. C. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p.843-850, 2007.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.335-342, 2003.

BARALOTO, C.; FORGET, P. M. Seed size, seedling morphology, and response to deep shade and damage in neotropical rain forest trees. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 94, n. 6, p. 901–911, 2007.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Efeitos da adubação NPK na fertilidade do solo, nutrição e crescimento da seringueira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 881-890, 1999.

BENGOUGH, A. G.; MCKENZIE, B. M.; HALLETT, P. D.; VALENTINE, T. A. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 62, n. 1, p. 59–68, 2011.

BEZERRA, P. S. G.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 46-50, 2007.

BITTRICH, V. **Calophyllaceae**. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6827>>. Acesso em: 05/02/2014.

BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUSA, N. J.; KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 407 - 420, 2013.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 83-135. 350p.

BRASIL, U. M.; SIMÕES, J. W. Determinação da dosagem de fertilizante mineral para a formação de mudas de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n. 6, p. 79-85, 1973.

BRASIL, U. M.; SIMÕES, J. W.; SPELTZ, R. M. Tamanho adequado dos tubetes de papel na formação de mudas de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n. 4, p. 29-34, 1972.

BRUN, E. J.; ROSA, S. F.; ROPPA, C.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, F. G. K. Avaliação nutricional de espécies nativas utilizadas na arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria-RS. **Revsbau**, Piracicaba, v.7, n.1, p. 89-111, 2012.



CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1990. 256p.

CAMPINHOS JUNIOR, E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para a produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, Piracicaba, n. 23, p. 43-46, 1983.

CANESIN, A.; MARTINS, J. M. D. T.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E. Bioestimulante no vigor de sementes e plântulas de faveiro (*Dimorphandra mollis Benth.*). **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 309-315, 2012.

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

CARNEIRO, J. G. A.; BRITO, M. A. R. Nova metodologia para produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. **Floresta**, Curitiba, v. 22, n.1/2, p. 63-77, 1992.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. V. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

COLLI, S. Etileno. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 308-332. 452p.

CONSTANTINO, V. **Efeitos de métodos de produção de mudas e equipes de plantadores na arquitetura do sistema radicular e no crescimento de *Pinus taeda* Linnaeus**. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DALANHOL, S. J. **Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa***

(Mart.) O.Berg., produzidas em diferentes substratos. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Editores). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132. 1017p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, n. 8, p. 10-13, 1960.

DUBOC, E.; VENTORIM, N.; VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. **Screening crop genotypes for mineral stresses**. In: Workshop on adaptation of plants to soil stress. Linclon, 1993. Proceedings. Linclon: University of Nebraska, 1993. p. 142-159.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p.413-423, 2011.

FISCHER, E.; SANTOS, F. A. M. Demography, phenology and sex of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) trees in the Atlantic forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, p. 903-909, 2001.

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

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75. 452p.

GIORDANO, E. Observations préliminaires sur la culture des semis en bandes surélevées et en godets fertil. In: Congresso Florestal Mundial (v. 6, Madri, 1966). **Anais**. Madri: IUFRO, 1968. p. 1651-1655.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116p.

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

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Ipef, 2000. p.309-350. 427p.

GROSSNICKLE, S. C. Importance of root growth in overcoming planting stress. **New Forests**, New York, v. 30, p. 273–294, 2005.

HUERTA-REYES, M.; BASUALDO, M. C.; ABE, F.; JIMENEZ-ESTRADA, M.; SOLER, C.; REYES-CHILPA, R. HIV-1 Inhibitory Compounds from *Calophyllum brasiliense* Leaves. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 27, n. 9, p. 1471-1475, 2004.

ICHIE, T.; NINOMIYA, I.; OGINO, K. Utilization of seed reserves during germination and early seedling growth by *Dryobalanops lanceolata* (Dipterocarpaceae). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, p. 371–378, 2001.

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS. 2008. **Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos**. Disponível em: <<http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2008-122>>. Acesso em: 14/03/2013.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Parana**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260p.

ISAIAS, D. E. B.; NIERO, R.; NOLDIN, V. F.; CAMPOS-BUZZI, F.; YUNES, R. A.; DELLE-MONACHE, F.; CECHINEL-FILHO, V. Pharmacological and phytochemical

investigations of different parts of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae). **Pharmazie**, Berlin, v. 59, p. 879-881, 2004.

JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 5, n. 1, p.171-183, 1998.

JOKER, D.; SALAZAR, R. *Calophyllum brasiliense* Cambess. **Seed Leaflet**, Humlebaek, n. 46, p. 1-2, 2000.

KALIL FILHO, A. N.; MARZOLLO, L. G.; LOPES, A. J.; WENDLING, I. **Produção de mudas de guanandi**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007, n. 177, p. 1-4. Comunicado Técnico.

KAWAGUICI, C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Diversidade genética de três grupos de indivíduos (adultos, jovens e plântulas) de *Calophyllum brasiliense* em uma população e mata de galeria. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 59, p. 131-143, 2001.

KELLER, L.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; COUTINHO, R. P.; NASCIMENTO, D. F. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p.305-314, 2009.

KENNEDY, P. G.; HAUSMANN, N. J.; WENK, E. H.; DAWSON, T. E. The importance of seed reserves for seedling performance: an integrated approach using morphological, physiological, and stable isotope techniques. **Oecologia**, Berlin, v. 141, p. 547–554, 2004.

LANTMANN, A. F.; CAMPO, R. J.; SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Micronutrientes para a cultura da soja no Estado do Paraná: zinco e molibdênio**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1985, n. 34, p. 1-8. Comunicado Técnico.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.

LINDGREN, B. S.; ROBERT, J. A. Relationships between root form and growth, stability, and mortality in planted versus naturally regenerated lodgepole pine in north-central British Columbia. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 36, n. 10, p. 2642, 2006.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

LOPEZ, J. A; LITTLE JR, E. L.; RITZ, G. F.; ROMBOLD, J. S.; HAHN, W. J. **Arboles comunes del Paraguay**: ñande yvyra mata kuera. Paraguay: Cuerpo de Paz, 1987. 425p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. V. 1, 5. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2008, 384p.

LOVELL, P. H.; MOORE, K. G. A comparative study of cotyledons as assimilatory organs. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 21, n. 69, p. 1017-1030, 1970.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526p.

MAEDA, S.; MARSARO, C. B.; SANTOS, N. F.; MACHADO, E.; KALIL FILHO, A. N. Calagem no desenvolvimento inicial de mudas de guanandi em condições de vaso. In: Reunião Brasileira de Ciência do Solo e Nutrição de Plantas, 30.; Reunião Brasileira sobre Micorrizas, 14.; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 12.; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 9.; Simpósio sobre Selênio no Brasil, 1., 2012, Maceió. A Responsabilidade Socioambiental da Pesquisa Agrícola. **Anais**. Viçosa: SBCS, 2012. FERTBIO 2012.

MALAVASI, U. C. Macropropagação vegetativa de coníferas – perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 1, n. 1, p. 131-135, 1994.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual de adubação**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1975. 346p.

**MANUAL técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2012. 271p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, 2. ed.).

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 14, n. 1, p.113-120, 2000a.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 107-112, 2000b.

MARSARO, C. B.; MAEDA, S. Efeitos da omissão de nutrientes no crescimento inicial de mudas de guanandi em condições de vaso. In: X Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas – EVINCI (n. 225, Colombo, 2011). **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. p. 1.

MELLO, M. A. R.; LEINER, N. O.; GUIMARÃES, P. R.; JORDANO, P. Size-based fruit selection of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) by bats of the genus *Artibeus* (Phyllostomidae) in a Restinga area, Southeastern Brazil. **Acta Chiropterologica**, Washington, v. 7, n. 1, p. 179-182, 2005.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Editores). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90. 1017p.

MULA, H. C. A. **Avaliação de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith & R. J. Downs**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MYERS, J. A.; KITAJIMA, K. Carbohydrate storage enhances seedling shade and stress tolerance in a neotropical forest. **Journal of Ecology**, London, v. 95, p. 383-395, 2007.

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

NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; STEIN, V. C. Caracterização morfológica e química de sementes de *Calophyllum brasiliense* Cambess. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, s. 2, p. 144-146, 2007.

NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 897-905, 2005.

NOLDIN, V. F.; ISAIAS, D. B.; FILHO, V. C. Gênero *Calophyllum*: Importância química e farmacológica. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 549-554, 2006.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: **Sementes florestais tropicais.** AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Brasília: Abrates, 1993. p. 175-213. 350p.

OLIVEIRA, O. F.; MORAIS, P. L. D. Influência da remoção de cotilédones no desenvolvimento de ramificações nas axilas cotiledonares de plântulas de leguminosas. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 13, n. 3, p. 243-249, 1999.

OLIVEIRA, V. C. **Efeito da saturação hídrica do solo na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e no desenvolvimento de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae).** 106 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O.; CORRÊAS, J. B. D. Teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) submetidas a doses crescentes de zinco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2003.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “ouro negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 75-84, 2000.

PIMENTA, J. A. Relações hídricas. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 1-39. 452p.

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

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Madeiras do Brasil**: Santa Catarina. Florianópolis: Editora Lunardelli, 1979. 320p.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUINI, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, 1999.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1978. 304p.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência&Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, 2002.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, J. Z. L.; RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; CORTE, E. F. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p.799-807, 2008.

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

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* camb.: efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 96-103, 2009.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G.; BRESSAN, O. A.; HOROKOSKI, G. Produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess com substratos



comercial e à base de lodo de esgoto compostado. **Revista DAE**, São Paulo, Ed. 187, p. 55-61, 2011.

SCHMIDT, P. B.; VOLPATO, E. Aspectos silviculturais de algumas espécies nativas da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 2, n. 2, p. 99-122, 1972.

SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 1-29, 1987. Série Técnica.

SOUZA, C. A. S.; TUCCI, C. A. F.; SILVA, J. F.; RIBEIRO, W. O. Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 515 – 522, 2010.

STEVENS, P. F. A revision of the Old World species of *Calophyllum* (Guttiferae). **Journal of the Arnold Arboretum**, Cambridge, v. 61, n. 2, p. 117-699, 1980.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Organizador). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 125-150. 351p.

STURION, J. A.; GRAÇA, L. R.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000, 20p. Circular Técnica, n. 37.

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

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, 2003.

TROPICAL FLORA REFLORESTADORA. **Guanandi**. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=guanandi>>. Acesso em: 01/06/2014.  
WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2008, n. 201, p. 1-8. Comunicado Técnico.

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

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DOMINGOS, D. M. Substratos para produção de mudas de erva-mate em tubetes plásticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 52, p. 21-36, 2006.

## APÊNDICES

APÊNDICE 1 - SEMENTES DE <i>Calophyllum brasiliense</i> APÓS BENEFICIAMENTO (A) E DURANTE PROCESSO DE SEMEADURA EM CANTEIRO COM AREIA (B). .....	104
APÊNDICE 2 - MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> COM APROXIMADAMENTE UM MÊS E MEIO APÓS SEMEADURA. ....	104
APÊNDICE 3 - MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> COM COTILÉDONES (A) E SEM COTILÉDONES (B) DURANTE A REPICAGEM. ....	105
APÊNDICE 4 - MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> COM (A) E SEM (B) COTILÉDONES PRODUZIDAS EM TUBETE E, COM (C) E SEM (D) COTILÉDONES PRODUZIDAS EM EMBALAGEM DE TNT. ....	106
APÊNDICE 5 - MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> COM DANOS EM FOLHAS JOVENS CAUSADOS PELO FRIO DURANTE O INVERNO (DIAS DE OCORRÊNCIA DE GEADA). ....	107
APÊNDICE 6 - DIFERENÇA DA ARQUITETURA RADICAL ENTRE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> PRODUZIDAS EM TUBETE (A) E EM TNT (B) AOS OITO MESES DE IDADE. ....	107
APÊNDICE 7 - MÉDIAS COM DESVIO PADRÃO DA ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS MUDAS. ....	108
APÊNDICE 8 - MÉDIAS COM DESVIO PADRÃO DO DIÂMETRO DO COLO (DC) DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS MUDAS. ....	109
APÊNDICE 9 - MÉDIAS COM DESVIO PADRÃO DA RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS MUDAS. ....	110
APÊNDICE 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE. ....	111
APÊNDICE 11 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE. ....	111
APÊNDICE 12 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS	

- DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE. 112
- APÊNDICE 13 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DO COLO (DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. .... 112
- APÊNDICE 14 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DO COLO (DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 113
- APÊNDICE 15 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE DIÂMETRO DO COLO (DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE..... 113
- APÊNDICE 16 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. .... 114
- APÊNDICE 17 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 114
- APÊNDICE 18 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE..... 115
- APÊNDICE 19 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. .... 115
- APÊNDICE 20 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 116
- APÊNDICE 21 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO

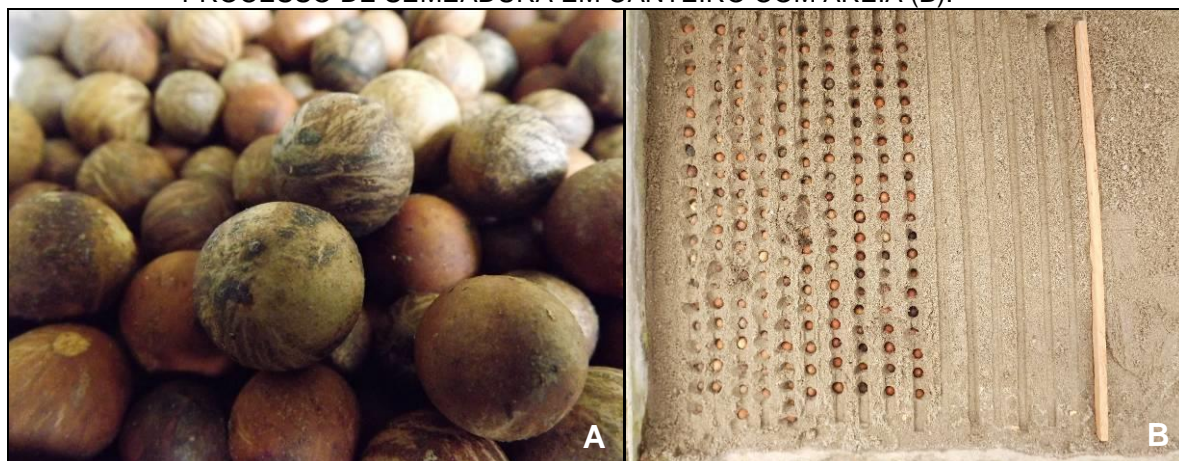
	MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.....	116
APÊNDICE 22 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE (FR) E AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (AG) EM MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE.....	117
APÊNDICE 23 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE. ....	117
APÊNDICE 24 -	REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE.....	118
APÊNDICE 25 -	MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE. ....	118
APÊNDICE 26 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE.....	119
APÊNDICE 27 -	REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE.....	119
APÊNDICE 28 -	MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE. ....	120
APÊNDICE 29 -	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE <i>Calophyllum brasiliense</i> AOS OITO MESES DE IDADE .....	120
APÊNDICE 30 -	REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA TOTAL	

- (BST) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 121
- APÊNDICE 31 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE. 121
- APÊNDICE 32 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. .... 122
- APÊNDICE 33 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE. .... 122
- APÊNDICE 34 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DA RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE..... 123
- APÊNDICE 35 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 123
- APÊNDICE 36 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE..... 124
- APÊNDICE 37 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE. .... 124
- APÊNDICE 38 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ALTURA DA PARTE AÉREA (H) E DIÂMETRO DO COLO (DC) NO OITAVO MÊS DE IDADE, FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE (FR), AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (AG), BIOMASSA SECA AÉREA (BSA), BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR), BIOMASSA SECA TOTAL (BST), RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) E ÍNDICE DE

QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DAS MUDAS *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE..... 125

APÊNDICE 39 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ALTURA DA PARTE AÉREA (H) E DIÂMETRO DO COLO (DC) NO OITAVO MÊS DE IDADE, BIOMASSA SECA AÉREA (BSA), BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR), BIOMASSA SECA TOTAL (BST), RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TNT. .... 125

APÊNDICE 1 - SEMENTES DE *Calophyllum brasiliense* APÓS BENEFICIAMENTO (A) E DURANTE PROCESSO DE SEMEADURA EM CANTEIRO COM AREIA (B).



APÊNDICE 2 - MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* COM APROXIMADAMENTE UM MÊS E MEIO APÓS SEMEADURA.





APÊNDICE 3 - MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* COM COTILÉDONES (A) E SEM COTILÉDONES (B) DURANTE A REPICAGEM.



APÊNDICE 4 - MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* COM (A) E SEM (B) COTILÉDONES PRODUZIDAS EM TUBETE E, COM (C) E SEM (D) COTILÉDONES PRODUZIDAS EM EMBALAGEM DE TNT.



APÊNDICE 5 - MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* COM DANOS EM FOLHAS JOVENS CAUSADOS PELO FRIO DURANTE O INVERNO (DIAS DE OCORRÊNCIA DE GEADA).



APÊNDICE 6 - DIFERENÇA DA ARQUITETURA RADICAL ENTRE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* PRODUZIDAS EM TUBETE (A) E EM TNT (B) AOS OITO MESES DE IDADE.



APÊNDICE 7 - MÉDIAS COM DESVIO PADRÃO DA ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS MUDAS.

Tratamentos	Meses							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	17,68 ± 0,27	18,43 ± 0,26	20,00 ± 0,37	19,92 ± 0,41	20,51 ± 0,33	21,97 ± 0,25	23,13 ± 0,36	23,83 ± 0,38
2	18,81 ± 0,44	19,68 ± 0,45	20,66 ± 0,62	21,07 ± 0,62	21,82 ± 0,67	23,84 ± 0,75	25,25 ± 0,76	26,43 ± 0,77
3	18,71 ± 0,23	19,39 ± 0,19	20,19 ± 0,19	20,62 ± 0,26	21,37 ± 0,23	23,48 ± 0,25	24,59 ± 0,27	25,89 ± 0,33
4	17,79 ± 0,14	18,56 ± 0,17	19,01 ± 0,17	19,67 ± 0,19	20,65 ± 0,18	22,32 ± 0,19	23,32 ± 0,17	24,68 ± 0,13
5	19,09 ± 0,14	18,21 ± 0,18	18,30 ± 0,19	17,93 ± 0,26	18,27 ± 0,30	19,36 ± 0,33	20,30 ± 0,29	21,03 ± 0,28
6	18,92 ± 0,27	18,61 ± 0,21	18,25 ± 0,21	18,03 ± 0,25	18,56 ± 0,24	20,51 ± 0,32	21,26 ± 0,31	22,05 ± 0,24
7	19,03 ± 0,35	18,84 ± 0,27	18,32 ± 0,34	18,36 ± 0,34	18,99 ± 0,36	20,82 ± 0,39	21,78 ± 0,40	22,79 ± 0,38
8	18,83 ± 0,13	18,90 ± 0,09	18,23 ± 0,16	18,33 ± 0,19	18,94 ± 0,21	20,75 ± 0,22	21,55 ± 0,17	22,36 ± 0,19
9	19,13 ± 0,28	19,11 ± 0,36	18,87 ± 0,39	18,93 ± 0,38	19,07 ± 0,42	19,83 ± 0,37	20,52 ± 0,40	21,68 ± 0,44
10	18,08 ± 0,11	17,48 ± 0,18	16,89 ± 0,14	16,97 ± 0,16	17,25 ± 0,15	18,18 ± 0,17	18,62 ± 0,26	20,44 ± 0,25
11	17,37 ± 0,37	16,84 ± 0,47	16,11 ± 0,48	16,06 ± 0,47	16,44 ± 0,45	17,29 ± 0,50	17,60 ± 0,54	19,33 ± 0,51
12	16,54 ± 0,16	16,87 ± 0,20	15,97 ± 0,19	16,02 ± 0,19	16,13 ± 0,12	16,57 ± 0,26	16,98 ± 0,20	18,58 ± 0,23
13	18,58 ± 0,59	17,95 ± 0,73	17,50 ± 0,67	17,73 ± 0,68	17,84 ± 0,93	17,73 ± 0,72	17,98 ± 0,74	19,01 ± 0,91
14	16,88 ± 0,30	16,43 ± 0,35	15,60 ± 0,32	15,53 ± 0,33	15,45 ± 0,28	16,00 ± 0,31	15,93 ± 0,37	17,35 ± 0,32
15	15,75 ± 0,72	15,88 ± 0,65	15,03 ± 0,66	14,94 ± 0,65	14,83 ± 0,68	15,32 ± 0,73	14,98 ± 0,72	15,48 ± 0,72
16	15,65 ± 0,37	15,55 ± 0,30	14,59 ± 0,25	14,50 ± 0,24	14,48 ± 0,27	15,04 ± 0,29	14,81 ± 0,25	16,01 ± 0,25

APÊNDICE 8 - MÉDIAS COM DESVIO PADRÃO DO DIÂMETRO DO COLO (DC) DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS MUDAS.

Tratamentos	Meses							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	2,44 ± 0,01	2,97 ± 0,03	3,10 ± 0,03	3,17 ± 0,02	3,26 ± 0,03	3,37 ± 0,03	3,43 ± 0,05	3,62 ± 0,05
2	2,45 ± 0,01	3,03 ± 0,06	3,16 ± 0,06	3,29 ± 0,05	3,33 ± 0,05	3,49 ± 0,04	3,66 ± 0,04	3,78 ± 0,06
3	2,59 ± 0,05	2,94 ± 0,01	3,09 ± 0,02	3,20 ± 0,02	3,24 ± 0,03	3,41 ± 0,04	3,59 ± 0,02	3,80 ± 0,02
4	2,52 ± 0,05	2,90 ± 0,04	2,88 ± 0,03	3,05 ± 0,02	3,14 ± 0,03	3,33 ± 0,06	3,44 ± 0,06	3,66 ± 0,06
5	2,86 ± 0,02	2,72 ± 0,04	2,78 ± 0,03	2,81 ± 0,04	2,88 ± 0,05	3,02 ± 0,05	3,14 ± 0,06	3,32 ± 0,03
6	2,73 ± 0,04	2,81 ± 0,02	2,83 ± 0,02	2,85 ± 0,03	2,87 ± 0,04	3,03 ± 0,02	3,14 ± 0,05	3,44 ± 0,04
7	2,64 ± 0,03	2,74 ± 0,03	2,66 ± 0,04	2,77 ± 0,05	2,80 ± 0,07	3,02 ± 0,07	3,18 ± 0,07	3,38 ± 0,07
8	2,72 ± 0,03	2,80 ± 0,04	2,69 ± 0,04	2,76 ± 0,02	2,80 ± 0,02	3,04 ± 0,04	3,16 ± 0,04	3,31 ± 0,03
9	2,52 ± 0,01	2,86 ± 0,02	2,93 ± 0,03	3,10 ± 0,05	3,08 ± 0,04	3,29 ± 0,06	3,46 ± 0,06	3,52 ± 0,06
10	2,50 ± 0,02	2,74 ± 0,03	2,72 ± 0,02	2,89 ± 0,02	2,98 ± 0,04	3,02 ± 0,03	3,17 ± 0,05	3,40 ± 0,05
11	2,44 ± 0,02	2,65 ± 0,03	2,69 ± 0,04	2,74 ± 0,02	2,88 ± 0,04	3,07 ± 0,04	3,12 ± 0,04	3,32 ± 0,06
12	2,46 ± 0,04	2,59 ± 0,04	2,64 ± 0,03	2,60 ± 0,03	2,75 ± 0,03	2,89 ± 0,03	2,99 ± 0,03	3,25 ± 0,03
13	2,54 ± 0,11	2,71 ± 0,12	2,73 ± 0,08	2,79 ± 0,11	2,70 ± 0,14	3,02 ± 0,07	3,07 ± 0,10	3,18 ± 0,07
14	2,53 ± 0,02	2,53 ± 0,03	2,54 ± 0,02	2,55 ± 0,04	2,58 ± 0,02	2,94 ± 0,05	2,80 ± 0,11	3,03 ± 0,11
15	2,54 ± 0,12	2,59 ± 0,05	2,53 ± 0,09	2,49 ± 0,08	2,68 ± 0,07	2,99 ± 0,08	2,89 ± 0,08	3,10 ± 0,09
16	2,47 ± 0,05	2,49 ± 0,05	2,46 ± 0,05	2,45 ± 0,05	2,55 ± 0,05	2,80 ± 0,03	2,81 ± 0,05	2,76 ± 0,08

APÊNDICE 9 - MÉDIAS COM DESVIO PADRÃO DA RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS MUDAS.

Tratamentos	Meses							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	7,29 ± 0,14	6,23 ± 0,09	6,48 ± 0,09	6,30 ± 0,13	6,33 ± 0,11	6,54 ± 0,08	6,75 ± 0,06	6,60 ± 0,09
2	7,72 ± 0,16	6,52 ± 0,09	6,54 ± 0,08	6,39 ± 0,12	6,56 ± 0,12	6,84 ± 0,15	6,90 ± 0,16	7,00 ± 0,10
3	7,31 ± 0,20	6,63 ± 0,09	6,56 ± 0,08	6,46 ± 0,08	6,61 ± 0,04	6,91 ± 0,14	6,87 ± 0,09	6,81 ± 0,07
4	7,14 ± 0,12	6,45 ± 0,08	6,64 ± 0,04	6,46 ± 0,05	6,59 ± 0,03	6,72 ± 0,08	6,81 ± 0,14	6,77 ± 0,09
5	6,73 ± 0,08	6,75 ± 0,08	6,63 ± 0,06	6,42 ± 0,06	6,37 ± 0,08	6,43 ± 0,10	6,49 ± 0,07	6,36 ± 0,09
6	6,99 ± 0,15	6,68 ± 0,11	6,48 ± 0,05	6,36 ± 0,05	6,49 ± 0,11	6,79 ± 0,10	6,80 ± 0,07	6,38 ± 0,10
7	7,26 ± 0,13	6,92 ± 0,12	6,94 ± 0,05	6,66 ± 0,06	6,82 ± 0,09	6,90 ± 0,07	6,89 ± 0,05	6,76 ± 0,07
8	6,98 ± 0,08	6,81 ± 0,08	6,83 ± 0,08	6,67 ± 0,06	6,81 ± 0,09	6,85 ± 0,10	6,83 ± 0,10	6,80 ± 0,07
9	7,66 ± 0,14	6,74 ± 0,11	6,48 ± 0,14	6,15 ± 0,10	6,21 ± 0,10	6,07 ± 0,10	5,99 ± 0,06	6,21 ± 0,09
10	7,27 ± 0,06	6,44 ± 0,13	6,27 ± 0,04	5,92 ± 0,04	5,83 ± 0,06	6,05 ± 0,06	5,92 ± 0,10	6,05 ± 0,05
11	7,17 ± 0,13	6,41 ± 0,14	6,02 ± 0,10	5,92 ± 0,17	5,75 ± 0,09	5,66 ± 0,09	5,67 ± 0,12	5,79 ± 0,09
12	6,78 ± 0,08	6,57 ± 0,14	6,09 ± 0,14	6,13 ± 0,12	5,90 ± 0,10	5,77 ± 0,11	5,72 ± 0,09	5,75 ± 0,09
13	7,37 ± 0,12	6,65 ± 0,10	6,43 ± 0,17	6,38 ± 0,22	6,78 ± 0,27	5,88 ± 0,13	5,90 ± 0,14	6,01 ± 0,22
14	6,72 ± 0,15	6,55 ± 0,11	6,18 ± 0,10	6,13 ± 0,09	6,04 ± 0,12	5,48 ± 0,03	5,75 ± 0,17	5,77 ± 0,19
15	6,23 ± 0,08	6,16 ± 0,18	5,99 ± 0,16	6,05 ± 0,21	5,59 ± 0,29	5,14 ± 0,21	5,23 ± 0,27	5,04 ± 0,28
16	6,38 ± 0,09	6,30 ± 0,08	5,98 ± 0,07	5,96 ± 0,10	5,72 ± 0,12	5,40 ± 0,05	5,31 ± 0,09	5,86 ± 0,15

APÊNDICE 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	530.0368255	530.0368255	520.7135	0.00001*
Cotilédone	1	192.0747957	192.0747957	188.6962	0.00001*
Fertilizante	3	16.5727395	5.5242465	5.4271	0.00253*
Recipiente*Cotilédone	1	0.0662242	0.0662242	0.0651	0.79514 <sup>ns</sup>
Recipiente*Fertilizante	3	68.7452395	22.9150798	22.5120	0.00001*
Cotilédone*Fertilizante	3	5.5188972	1.8396324	1.8073	0.15340 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	2.8478411	0.9492804	0.9326	0.56787 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	65.1459167	1.0179049		
Total	79	881.0084794			
CV%	4,791				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 11 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0173736	0.0173736	0.01707	0.89177 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	10.4423068	10.4423068	10.25863	0.00248*
Desvios de regressão	1	10.2694142	10.2694142	10.08878	0.00265
Resíduo	64	65.1459167	1.0179049		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	4.6013742	4.6013742	4.52044	0.03513*
Regressão quadrática	1	2.9595691	2.9595691	2.90751	0.08922 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.7824860	0.7824860	0.76872	0.61216
Resíduo	64	65.1459167	1.0179049		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	25.0158813	25.0158813	24.57585	0.00005*
Regressão quadrática	1	0.5464970	0.5464970	0.53688	0.52684 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	1.8813766	1.8813766	1.84828	0.17548
Resíduo	64	65.1459167	1.0179049		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	26.8593722	26.8593722	26.38692	0.00003*
Regressão quadrática	1	8.8005653	8.8005653	8.64576	0.00478*
Desvios de regressão	1	1.5085011	1.5085011	1.48197	0.22584
Resíduo	64	65.1459167	1.0179049		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 12 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE ALTURA DA PARTE AÉREA (H) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	24,65	21,26	21,33	18,69
0,3	25,36	21,75	20,90	17,77
2,0	26,33	22,90	19,14	15,31
3,0	24,50	22,30	18,66	16,08
Médias	25,21	22,05	20,01	16,96

APÊNDICE 13 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DO COLO (DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	2.3770319	2.3770319	128.2521	0.00001*
Cotilédone	1	2.5525332	2.5525332	137.7212	0.00001*
Fertilizante	3	0.3993059	0.1331020	7.1815	0.00053*
Recipiente*Cotilédone	1	0.0000189	0.0000189	0.0010	0.97324 <sup>ns</sup>
Recipiente*Fertilizante	3	0.3485909	0.1161970	6.2694	0.00115*
Cotilédone*Fertilizante	3	0.0396316	0.0132105	0.7128	0.55109 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.0803457	0.0267819	1.4450	0.23686 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	1.1861801	0.0185341		
Total	79	6.9836384			
CV%	4,043				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.



APÊNDICE 14 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DO COLO (DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0004987	0.0004987	0.02691	0.86459 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0885377	0.0885377	4.77703	0.03056*
Desvios de regressão	1	0.0223634	0.0223634	1.20661	0.27562
Resíduo	64	1.1861801	0.0185341		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0087935	0.0087935	0.47445	0.50045 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0232893	0.0232893	1.25657	0.26564 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0252972	0.0252972	1.36490	0.24551
Resíduo	64	1.1861801	0.0185341		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.1671322	0.1671322	9.01757	0.00408*
Regressão quadrática	1	0.0036231	0.0036231	0.19548	0.66406 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0159395	0.0159395	0.86001	0.64010
Resíduo	64	1.1861801	0.0185341		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.3064322	0.3064322	16.53346	0.00032*
Regressão quadrática	1	0.1052040	0.1052040	5.67625	0.01907*
Desvios de regressão	1	0.1007634	0.1007634	5.43666	0.02157
Resíduo	64	1.1861801	0.0185341		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 15 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE DIÂMETRO DO COLO (DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	3,66	3,36	3,48	3,10
0,3	3,73	3,39	3,45	3,14
2,0	3,82	3,40	3,30	3,06
3,0	3,65	3,30	3,26	2,77
Médias	3,72	3,36	3,37	3,02

APÊNDICE 16 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	275.5789022	275.5789022	924.7241	0.00001*
Cotilédone	1	162.2790613	162.2790613	544.5386	0.00001*
Fertilizante	3	4.0185788	1.3395263	4.4949	0.00657*
Recipiente*Cotilédone	1	21.0740419	21.0740419	70.7154	0.00001*
Recipiente*Fertilizante	3	10.6698226	3.5566075	11.9344	0.00003*
Cotilédone*Fertilizante	3	1.7666764	0.5888921	1.9761	0.12510 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.8676325	0.2892108	0.9705	0.58621 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	19.0727693	0.2980120		
Total	79	495.3274849			
CV%	17,232				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 17 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.1491622	0.1491622	0.50052	0.51120 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	1.6904693	1.6904693	5.67249	0.01911*
Desvios de regressão	1	3.8546228	3.8546228	12.93445	0.00095
Resíduo	64	19.0727693	0.2980120		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	5.9132280	5.9132280	19.84225	0.00013*
Regressão quadrática	1	2.4288048	2.4288048	8.15002	0.00592*
Desvios de regressão	1	1.4670633	1.4670633	4.92283	0.02826
Resíduo	64	19.0727693	0.2980120		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.9334439	0.9334439	3.13224	0.07787 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.2273925	0.2273925	0.76303	0.61033 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0056234	0.0056234	0.01887	0.88622
Resíduo	64	19.0727693	0.2980120		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.1550026	0.1550026	0.52012	0.51972 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.4494873	0.4494873	1.50829	0.22168 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0484100	0.0484100	0.16244	0.69088
Resíduo	64	19.0727693	0.2980120		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 18 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE INCREMENTO TOTAL DA ALTURA DA PARTE AÉREA (ITH) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	6,66	2,25	2,53	0,60
0,3	6,96	2,72	2,38	0,44
2,0	7,45	3,92	1,94	0,12
3,0	6,78	3,46	2,04	0,44
Médias	6,96	3,09	2,22	0,40

APÊNDICE 19 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	1.0057603	1.0057603	41.1606	0.00001*
Cotilédone	1	4.9252799	4.9252799	201.5665	0.00001*
Fertilizante	3	0.3023128	0.1007709	4.1240	0.00985*
Recipiente*Cotilédone	1	0.1930621	0.1930621	7.9010	0.00660*
Recipiente*Fertilizante	3	0.3457146	0.1152382	4.7161	0.00519*
Cotilédone*Fertilizante	3	0.0653147	0.0217716	0.8910	0.54700 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.0621328	0.0207109	0.8476	0.52443 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	1.5638412	0.0244350		
Total	79	8.4634185			
CV%	19.343				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 20 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0275820	0.0275820	1.12879	0.29213 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0176740	0.0176740	0.72330	0.59719 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0441191	0.0441191	1.80557	0.18061
Resíduo	64	1.5638412	0.0244350		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0196706	0.0196706	0.80502	0.62360 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.1590054	0.1590054	6.50728	0.01262*
Desvios de regressão	1	0.0714640	0.0714640	2.92465	0.08829
Resíduo	64	1.5638412	0.0244350		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0903397	0.0903397	3.69714	0.05583 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0003151	0.0003151	0.01290	0.90602 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0171252	0.0171252	0.70085	0.58951
Resíduo	64	1.5638412	0.0244350		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.1995569	0.1995569	8.16684	0.00587 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0526060	0.0526060	2.15289	0.14347 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0760170	0.0760170	3.11099	0.07887
Resíduo	64	1.5638412	0.0244350		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 21 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE INCREMENTO TOTAL DO DIÂMETRO DO COLO (ITDC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	1,23	0,52	0,96	0,57
0,3	1,25	0,62	0,95	0,59
2,0	1,24	0,78	0,86	0,52
3,0	1,14	0,57	0,80	0,31
Médias	1,22	0,62	0,89	0,50

APÊNDICE 22 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE (FR) E AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (AG) EM MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Facilidade de retirada do tubete					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Cotilédone	1	2.4403382	2.4403382	10.8136	0.00277*
Fertilizante	3	0.4237581	0.1412527	0.6259	0.60711 <sup>ns</sup>
Cotilédone*Fertilizante	3	1.0143212	0.3381071	1.4982	0.23280 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	7.2215421	0.2256732		
Total	39	11.0999597			
CV%	12,193				

Agregação das raízes ao substrato					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Cotilédone	1	0.4579586	0.4579586	3.3230	0.07431 <sup>ns</sup>
Fertilizante	3	1.5302886	0.5100962	3.7013	0.02120*
Cotilédone*Fertilizante	3	2.1892219	0.7297406	5.2950	0.00472*
Resíduo	32	4.4101210	0.1378163		
Total	39	8.5875902			
CV%	20,061				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 23 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	2.8162509	2.8162509	138.8384	0.00001*
Cotilédone	1	2.2478500	2.2478500	110.8168	0.00001*
Fertilizante	3	0.3021128	0.1007043	4.9646	0.00401*
Recipiente*Cotilédone	1	0.0800120	0.0800120	3.9445	0.04845*
Recipiente*Fertilizante	3	0.2993545	0.0997848	4.9193	0.00420*
Cotilédone*Fertilizante	3	0.1715946	0.0571982	2.8198	0.04499*
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.0741731	0.0247244	1.2189	0.30970 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	1.2982008	0.0202844		
Total	79	7.2895486			
CV%	14,406				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 24 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0652310	0.0652310	3.21582	0.07407 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.1783254	0.1783254	8.79126	0.00449*
Desvios de regressão	1	0.0224587	0.0224587	1.10719	0.29694
Resíduo	64	1.2982008	0.0202844		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0696387	0.0696387	3.43312	0.06512 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0014533	0.0014533	0.07165	0.78596 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0017280	0.0017280	0.08519	0.76855
Resíduo	64	1.2982008	0.0202844		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.2607384	0.2607384	12.85414	0.00097*
Regressão quadrática	1	0.0156757	0.0156757	0.77279	0.61347 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0063658	0.0063658	0.31383	0.58408
Resíduo	64	1.2982008	0.0202844		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.2147591	0.2147591	10.58741	0.00219*
Regressão quadrática	1	0.0039626	0.0039626	0.19535	0.66417 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0068982	0.0068982	0.34008	0.56878
Resíduo	64	1.2982008	0.0202844		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 25 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE BIOMASSA SECA AÉREA (BSA) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	1,37	0,91	1,04	0,79
0,3	1,44	0,93	1,04	0,75
2,0	1,49	1,02	0,92	0,59
3,0	1,20	1,05	0,75	0,54
Médias	1,38	0,98	0,94	0,67

APÊNDICE 26 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	0.9417798	0.9417798	192.2980	0.00001*
Cotilédone	1	0.1711248	0.1711248	34.9412	0.00001*
Fertilizante	3	0.1733498	0.0577833	11.7985	0.00003*
Recipiente*Cotilédone	1	0.0022051	0.0022051	0.4503	0.51165 <sup>ns</sup>
Recipiente*Fertilizante	3	0.0298701	0.0099567	2.0330	0.11676 <sup>ns</sup>
Cotilédone*Fertilizante	3	0.0193652	0.0064551	1.3180	0.27545 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.0252649	0.0084216	1.7196	0.17049 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	0.3134402	0.0048975		
Total	79	1.6764000			
CV%	13,589				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 27 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0639161	0.0639161	13.05076	0.00091*
Regressão quadrática	1	0.0055703	0.0055703	1.13737	0.29025 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0022936	0.0022936	0.46832	0.50325
Resíduo	64	0.3134402	0.0048975		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0000027	0.0000027	0.00055	0.97948 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0000005	0.0000005	0.00010	0.98849 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0016768	0.0016768	0.34239	0.56747
Resíduo	64	0.3134402	0.0048975		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0696626	0.0696626	14.22410	0.00062*
Regressão quadrática	1	0.0005180	0.0005180	0.10578	0.74493 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0013144	0.0013144	0.26837	0.61243
Resíduo	64	0.3134402	0.0048975		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0951216	0.0951216	19.42247	0.00015*
Regressão quadrática	1	0.0035989	0.0035989	0.73485	0.60107 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0041745	0.0041745	0.85236	0.63786
Resíduo	64	0.3134402	0.0048975		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 28 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	0,72	0,57	0,51	0,45
0,3	0,73	0,57	0,50	0,42
2,0	0,67	0,57	0,42	0,31
3,0	0,58	0,57	0,36	0,28
Médias	0,68	0,57	0,45	0,37

APÊNDICE 29 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	7.0983598	7.0983598	176.5184	0.00001*
Cotilédone	1	3.7109106	3.7109106	92.2810	0.00001*
Fertilizante	3	0.8890129	0.2963376	7.3692	0.00046*
Recipiente*Cotilédone	1	0.1162822	0.1162822	2.8916	0.09009 <sup>ns</sup>
Recipiente*Fertilizante	3	0.5155149	0.1718383	4.2732	0.00836*
Cotilédone*Fertilizante	3	0.3058048	0.1019349	2.5349	0.06350 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.1612125	0.0537375	1.3363	0.26954 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	2.5736415	0.0402131		
Total	79	15.3707392			
CV%	13,332				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.



APÊNDICE 30 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A VARIÁVEL BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.2485090	0.2485090	6.17979	0.01481*
Regressão quadrática	1	0.2812609	0.2812609	6.99425	0.01000*
Desvios de regressão	1	0.0098049	0.0098049	0.24382	0.62886
Resíduo	64	2.5736415	0.0402131		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0691841	0.0691841	1.72044	0.19137 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0018756	0.0018756	0.04664	0.82421 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0059552	0.0059552	0.14809	0.70345
Resíduo	64	2.5736415	0.0402131		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.5897254	0.5897254	14.66499	0.00055*
Regressão quadrática	1	0.0211597	0.0211597	0.52619	0.52231 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0013302	0.0013302	0.03308	0.85046
Resíduo	64	2.5736415	0.0402131		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.6031152	0.6031152	14.99796	0.00049*
Regressão quadrática	1	0.0146359	0.0146359	0.36396	0.55547 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0249890	0.0249890	0.62141	0.56066
Resíduo	64	2.5736415	0.0402131		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 31 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE BIOMASSA SECA TOTAL (BST) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	2,09	1,48	1,54	1,23
0,3	2,18	1,50	1,53	1,17
2,0	2,17	1,59	1,34	0,89
3,0	1,78	1,62	1,12	0,82
Médias	2,06	1,55	1,38	1,03

APÊNDICE 32 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	15.3474417	15.3474417	185.3388	0.00001*
Cotilédone	1	1.2349667	1.2349667	14.9137	0.00051*
Fertilizante	3	0.5808534	0.1936178	2.3382	0.08063 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone	1	0.0199222	0.0199222	0.2406	0.63110 <sup>ns</sup>
Recipiente*Fertilizante	3	2.6125276	0.8708425	10.5165	0.00006*
Cotilédone*Fertilizante	3	0.8148418	0.2716139	3.2801	0.02596*
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.7748468	0.2582823	3.1191	0.03143*
Resíduo	64	5.2996794	0.0828075		
Total	79	26.6850797			
CV%	4,606				

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 33 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA A RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0000163	0.0000163	0.00020	0.98583 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0697981	0.0697981	0.84290	0.63507 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.3313211	0.3313211	4.00110	0.04692
Resíduo	64	5.2996794	0.0828075		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.8007423	0.8007423	9.66993	0.00313*
Regressão quadrática	1	0.0364344	0.0364344	0.43999	0.51654 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0116763	0.0116763	0.14101	0.70989
Resíduo	64	5.2996794	0.0828075		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.6555309	0.6555309	7.91632	0.00656*
Regressão quadrática	1	0.0503844	0.0503844	0.60845	0.55570 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0153855	0.0153855	0.18580	0.67166
Resíduo	64	5.2996794	0.0828075		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.3671659	0.3671659	4.43397	0.03684*
Regressão quadrática	1	2.3940034	2.3940034	28.91047	0.00002*
Desvios de regressão	1	0.0506111	0.0506111	0.61119	0.55675
Resíduo	64	5.2996794	0.0828075		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 34 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DA RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	6,75	6,33	6,18	6,06
0,3	6,81	6,42	6,09	5,70
2,0	6,88	6,75	5,77	5,06
3,0	6,73	6,80	5,75	5,84
Médias	6,79	6,58	5,95	5,67

APÊNDICE 35 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Recipiente	1	0.1733523	0.1733523	16.2439	0.00034*
Cotilédone	1	0.6062164	0.6062164	56.8053	0.00001*
Fertilizante	3	0.0732307	0.0244102	2.2874	0.08576 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone	1	0.0045601	0.0045601	0.4273	0.52270 <sup>ns</sup>
Recipiente*Fertilizante	3	0.1164225	0.0388075	3.6364	0.01712*
Cotilédone*Fertilizante	3	0.0478705	0.0159568	1.4952	0.22309 <sup>ns</sup>
Recipiente*Cotilédone*Fertilizante	3	0.0388387	0.0129462	1.2131	0.31181 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	0.6829966	0.0106718		
Total	79	1.7434878			
CV%		22,652			

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio; CV% - coeficiente de variação.

APÊNDICE 36 - REGRESSÃO POLINOMIAL PARA AS CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE DENTRO DOS FATORES RECIPIENTE E COTILÉDONE PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE.

Tubete com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0054656	0.0054656	0.51215	0.51627 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.1159467	0.1159467	10.86475	0.00197*
Desvios de regressão	1	0.0572502	0.0572502	5.36461	0.02239
Resíduo	64	0.6829966	0.0106718		
Tubete sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0147969	0.0147969	1.38654	0.24172 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0000354	0.0000354	0.00332	0.95302 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0000477	0.0000477	0.00447	0.94535
Resíduo	64	0.6829966	0.0106718		
TNT com cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0335918	0.0335918	3.14771	0.07715 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0101202	0.0101202	0.94831	0.66475 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0045081	0.0045081	0.42243	0.52510
Resíduo	64	0.6829966	0.0106718		
TNT sem cotilédones					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Regressão linear	1	0.0321761	0.0321761	3.01506	0.08357 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0.0018938	0.0018938	0.17745	0.67837 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	1	0.0005301	0.0005301	0.04967	0.81901
Resíduo	64	0.6829966	0.0106718		

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. G.L. – graus de liberdade; S.Q. – soma dos quadrados; Q.M. – quadrado médio.

APÊNDICE 37 - MÉDIAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO QUADRÁTICA DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PARA OS FATORES FERTILIZANTE, RECIPIENTE E COTILÉDONE.

Concentrações	Tubete		TNT	
	Com cotilédones	Sem cotilédones	Com cotilédones	Sem cotilédones
0	0,52	0,38	0,52	0,37
0,3	0,60	0,38	0,53	0,36
2,0	0,72	0,42	0,50	0,32
3,0	0,54	0,44	0,41	0,26
Médias	0,60	0,41	0,49	0,33

APÊNDICE 38 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ALTURA DA PARTE AÉREA (H) E DIÂMETRO DO COLO (DC) NO OITAVO MÊS DE IDADE, FACILIDADE DE RETIRADA DO TUBETE (FR), AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (AG), BIOMASSA SECA AÉREA (BSA), BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR), BIOMASSA SECA TOTAL (BST), RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DAS MUDAS *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TUBETE.

	H	DC	FR	AG	BSA	BSR	BST	H/DC	IQD
H	1,00**								
DC	0,89**	1,00**							
FR	0,43**	0,42**	1,00**						
AG	0,21 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	1,00**					
BSA	0,80**	0,78**	0,26 <sup>ns</sup>	0,40**	1,00**				
BSR	0,50**	0,60**	0,10 <sup>ns</sup>	0,58**	0,80**	1,00**			
BST	0,75**	0,76**	0,22 <sup>ns</sup>	0,47**	0,99**	0,89**	1,00**		
H/DC	0,69**	0,30 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,48**	0,13 <sup>ns</sup>	0,40*	1,00**	
IQD	0,80**	0,78**	0,27 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,97**	0,67**	0,93**	0,46**	1,00**

\*\* \* significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente; <sup>ns</sup> não significativo ( $p > 0,05$ ), pelo teste t.

APÊNDICE 39 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ALTURA DA PARTE AÉREA (H) E DIÂMETRO DO COLO (DC) NO OITAVO MÊS DE IDADE, BIOMASSA SECA AÉREA (BSA), BIOMASSA SECA RADICIAL (BSR), BIOMASSA SECA TOTAL (BST), RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLO (H/DC) E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD) DAS MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* AOS OITO MESES DE IDADE PRODUZIDAS EM TNT.

	H	DC	BSA	BSR	BST	H/DC	IQD
H	1,00**						
DC	0,77**	1,00**					
BSA	0,84**	0,78**	1,00**				
BSR	0,68**	0,68**	0,86**	1,00**			
BST	0,81**	0,78**	0,98**	0,93**	1,00**		
H/DC	0,70**	0,08 <sup>ns</sup>	0,41**	0,29 <sup>ns</sup>	0,38*	1,00**	
IQD	0,74**	0,77**	0,93**	0,64**	0,86**	0,27 <sup>ns</sup>	1,00**

\*\* \* significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente; <sup>ns</sup> não significativo ( $p > 0,05$ ), pelo teste t.