

SUBSTRATOS PARA A PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESTACAS DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense* Cambess)

Luiz Carlos Ramos dos Santos¹; Luís Felipe Martins Soares Ramos²; Maria Vitória Martins Soares Ramos³; Gabryel Rodrigues Pereira da Silva³; Edson Luiz Souchier⁴



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n4p1719-1738>

Artigo recebido em 18 de Abril e publicado em 18 de Junho de 2026

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

RESUMO: O guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) é uma espécie arbórea nativa do Brasil. Sua madeira é resistente com boa durabilidade e características semelhantes à do mogno. Sua propagação, via sementes, é limitada devido à dificuldade para obtenção das sementes durante todo o ano, sendo sua propagação assexuada uma alternativa para maximizar a produção de mudas. Objetivou-se com este trabalho avaliar substratos para a produção de mudas de guanandi, a partir de estacas, em casa-de-vegetação. Um ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e 20 repetições, cada uma constituída por uma plântula em um tubete. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação. As sementes foram germinadas em areia e, após 60 dias, obtiveram-se estacas que foram transferidas para tubetes contendo Bioplant®, Solo + Areia (1:1), Solo + Areia + Vermiculita (1:1:1), Solo + Areia + Vermiculita (1:2:1), Solo + Areia + Vermiculita (1:1:2). Após 90 dias, as estacas foram transferidas para uma área a pleno sol. Ao final de 120 dias, foram realizadas avaliações biométricas e fisiológicas. A propagação de *C. brasiliense* por estaquia foi possível em todos os substratos testados. O substrato solo + areia (1:1) proporcionou uma maior porcentagem de sobrevivência de mudas, assim como maior teor de clorofila *a*. Os quatro substratos formulados testados, contendo solo e areia, e solo, areia e vermiculita, possibilitam maior taxa fotossintética e eficiência do uso da água.

Palavras-chave: propagação assexuada, espécie nativa brasileira, taxa de sobrevivência, parâmetro fisiológicos e biométricos

ABSTRACT

SUMMARY: Guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) is a tree species native to Brazil. Its wood is strong, durable, and has characteristics similar to mahogany. Its propagation through seeds is limited due to difficulties in obtaining seeds throughout the year, making asexual propagation an alternative to maximize seedling production. This study aimed to evaluate substrates for the production of guanandi seedlings from cuttings in a greenhouse. An experiment was set up in a completely randomized design, containing five treatments and 20 repetitions, each consisting of a seedling in a tube. The experiment was conducted in a greenhouse. The seeds were germinated in sand and, after 60 days, cuttings were obtained and transferred to tubes containing Bioplant®, Soil + Sand (1:1), Soil + Sand + Vermiculite (1:1:1), Soil + Sand + Vermiculite (1:2:1), Soil + Sand + Vermiculite (1:1:2). After 90 days, the cuttings were transferred to a full sun area. After 120 days, biometric and physiological assessments were carried out. Propagation of *C. brasiliense* through cuttings was possible in all the substrates tested. The soil + sand substrate (1:1) provided a higher survival rate of seedlings, as well as a higher chlorophyll a content. The four formulated substrates tested, containing soil and sand, and soil, sand, and vermiculite, allow for a higher photosynthetic rate and water use efficiency. **Keywords:** asexual propagation, native Brazilian species, survival rate, physiological and biometric parameters

Keywords: asexual propagation, Brazilian native species, survival rate, physiological and biometric parameters

Instituição afiliada – 1Prof. Dr. SEDUC – Secretaria de Estado da Educação de Goiás - GO, Brasil.
2Discente de Graduação, Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Rio Verde, GO, Brasil.
3Discente de Mestrado, Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Rio Verde, GO, Brasil.
4Prof. Dr. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Rio Verde, GO, Brasil

Autor correspondente: *Prof. Dr. Luiz Carlos Ramos dos Santos*

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



1 INTRODUÇÃO

A demanda por espécies florestais nativas no Brasil com potencial madeireiro, tem aumentado de forma expressiva ao longo dos anos, para serem utilizadas nos mais diversos fins (ARTUR et al., 2007; CIRIELLO et al., 2014). Entre as espécies arbóreas nativas do Brasil, o guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) destaca-se pelo potencial de uso na silvicultura e madeira de altíssima qualidade, denominada madeira nobre (ARTUR et al., 2007; OLIVEIRA; JOLY, 2010; LISBOA et al., 2012), além da produção de frutos e sementes, que possuem propriedades medicinais, com valor comercial superior ao de espécies exóticas cultivadas para os mesmos fins (DUFFECKY; FOSSATI, 2009).

O *C. brasiliense* está presente em quatro biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica), em todas as regiões do país (BITTRICH, 2015), desde a América Central até a do Sul (DUFFECKY; FOSSATI, 2009). A madeira do guanandi é utilizada comercialmente na construção naval, marcenaria, carpintaria, movelaria e outros. Ademais, suas substâncias têm sido estudadas no combate a doenças como HIV, leishmaniose, diabetes, câncer, na medicina veterinária e popular (HONDA et al., 2010; SILVA et al., 2010; GARCÍA-ZEBADÚA et al., 2011; URZEDO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; GARCÍA-ZEBADÚA et al., 2014; GÓMEZ-VERJAN et al., 2015; CIRIELLO; MORI; 2015; CARVALHO et al., 2016).

Estudos que visam a propagação florestal de espécies nativas, incluindo o *C. brasiliense* ainda são escassos. A germinação de suas sementes varia de 8 a 180 dias, sendo mais eficiente quando é removida a barreira física formada pelo endocarpo (SARRO et al., 2015). A dificuldade na colheita das sementes limita a produção de mudas, via propagação sexuada (SIMÃO et al., 2007). Além disso, a propagação por sementes desta espécie resulta, comumente, em mudas desuniformes e, em alguns casos, com baixa qualidade (DIAS et al., 2012). Juntamente com o aumento da demanda por espécies agroflorestais, provoca uma necessidade em desenvolver e otimizar métodos que sejam simples e fáceis para o cultivo e propagação de tais espécies (KANMEGNE et al., 2017).

A propagação vegetativa é uma alternativa simples, pois consiste na produção de mudas de forma assexuada utilizando partes da planta. Entre as técnicas utilizadas, a

que tem se mostrado mais eficiente é a estaquia, que tem como vantagem a utilização de área reduzida para estabelecimento do material vegetal, pouco período de aclimação e obtenção de alta quantidade de mudas (DIAS et al., 2012; STUEPP et al., 2015).

Na produção de mudas, o substrato é responsável por garantir a qualidade do crescimento e manter as condições necessárias para o bom desenvolvimento da planta (CASTOLDI et al., 2014; COSTA et al., 2018). Este deve ter condições adequadas de umidade, macro e micro porosidade, suprimento adequado de nutrientes, água (COSTA et al., 2013; 2014), além de aeração satisfatória, baixa resistência à penetração da raiz, fácil manuseio e transporte (CASTOLDI et al., 2014).

Desta forma, para obter um substrato com todas as características adequadas, justifica-se testar a mistura de materiais com características distintas, a fim de maximizar a formação de mudas de espécies arbóreas de interesse econômico e, ou florestal. Entretanto, apesar de ser um fator chave na produção das mudas, são poucos os estudos e recomendações quanto à influência do tipo de substrato na produção de mudas, via estaquia, de espécies arbóreas nativas do Brasil, como o guanandi (ALVES et al., 2008; DIAS et al., 2012). Objetivou-se com este trabalho avaliar substratos para a produção de mudas de *Calophyllum brasiliense*, a partir de estacas, em casa-de-vegetação.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Substratos

Foram utilizados cinco substratos: um substrato comercial Bioplant® e quatro outros preparados nas seguintes proporções (v/v): solo (Latossolo vermelho distrófico) + areia (1:1); solo + areia + vermiculita (1:1:1); solo + areia + vermiculita (1:2:1) e solo + areia + vermiculita (1:1:2), acondicionados em tubetes de 290 cm³. Antes da instalação do experimento, foi realizada a caracterização química dos substratos (Tabelas 1 e 2) e análise física (Tabela 3).

Estacas

As sementes de *C. brasiliense* foram adquiridas da empresa Tropical Flora Reflorestadora, situada em Santo André, SP (Brasil). Antes do plantio, retirou-se o tegumento das sementes que, na sequência, foram colocadas em bandejas plásticas (50 x 60 cm), encobertas por areia grossa peneirada, mantidas a 50% de sol e irrigadas diariamente. Após 60 dias da germinação, foram coletadas e padronizadas estacas de 10 cm de comprimento e dois pares de folhas.

Instalação do experimento

Após o preparo dos substratos, as estacas foram transplantadas (uma por tubete) a 2,5 cm de profundidade. Em seguida, os tubetes foram levados para casa-de-vegetação, em área sob sombrite 50 % com irrigação automática, quatro vezes ao dia, durante 90 dias. Após este período, as mudas foram transferidas para uma área dentro da casa-de-vegetação, a pleno sol por 120 dias.

Avaliações biométricas e fisiológicas

Após 120 dias do plantio, foram realizadas avaliações biométricas como: porcentagem de sobrevivência das plantas; comprimento e volume radicular; comprimento médio de parte aérea; número médio de folhas; número médio de gemas; diâmetro médio do caule; massa fresca e seca de raízes, de folhas, de caule.

As análises fisiológicas foram realizadas às 7:00h da manhã, na folha apical, em que foram analisadas: taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂, concentração interna/externa de CO₂ e eficiência do uso da água. Tais variáveis foram determinadas utilizando-se um analisador de gás no infravermelho (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, EUA). Também, foram avaliados os pigmentos fotossintéticos. Para isto, foram coletados três discos foliares com 5 mm de cada planta, colocados em frascos com 5 mL de DMSO saturado e mantidos em banho-maria, a 65° C por 24 h. A leitura foi feita em espectrofotômetro UV VIS Evolution modelo 60S (Thermo Fisher Scientific, Madison, USA), nas absorbâncias de 480, 649 e 665 nm.

Análise estatística

O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e 20 repetições, cada uma constituída por uma plântula em um tubete. Os dados numéricos foram avaliados estatisticamente, mediante análise da variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%), utilizando o software SISVAR versão

5.1 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A análise físico-química dos substratos indicou uma faixa de pH entre 5,7 e 6,8 (Tabelas 1 e 2). *C. brasiliense* é uma espécie encontrada em solos aluviais, com drenagem deficiente, locais úmidos periodicamente inundáveis e brejosos, textura franca, arenosa ou ácidos com faixa de pH entre 4,5 e 6,0 (CARVALHO, 2003). Segundo Epstein e Bloom (2006) e Sarro et al. (2015), os nutrientes presentes em substratos, devem estar nesta faixa de pH para maximizar seu aproveitamento por mudas de espécies florestais nativas do Brasil.

Em propagação *in vitro*, por exemplo, o pH ideal para *C. brasiliense* é de 5,8 (MALDONADO-MAGAÑA et al., 2015; SILVEIRA et al., 2016). Entretanto, quando se trata da propagação *ex vitro* ainda não há uma recomendação para a espécie. Sarro et al. (2015) observaram que, para a produção de mudas de *C. brasiliense* em viveiro, o pH ideal é de 6,1, sendo compatível com os melhores resultados encontrados nesse estudo. Espécies arbóreas como *Swietenia macrophylla* preferem pH do substrato entre 6,5 e 7,5 (AZAD; MATIN, 2015). Flores (2007) afirma que *C. brasiliense* se desenvolve melhor em solos com pH entre 4,5 e 6,0 preferindo ainda aqueles ricos em Fe (ferro) e Al (alumínio), e com baixos teores de P (fosforo) e K (potássio). No presente estudo, os substratos continham Fe em sua composição, porém foi observada a ausência de Al no substrato comercial Bioplant® (Tabela 1) e baixas concentrações (Tabela 2).

A análise física dos substratos formulados (Tabela 3) apontou a areia com um maior percentual em todos os substratos, componente de suma importância para a planta, pois favorece a porosidade e, conseqüentemente, a aeração, infiltração de água e o desenvolvimento radicular (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Após 120 dias de cultivo, não foram observadas diferenças para comprimento de raiz, parte aérea e diâmetro do caule, peso fresco e seco de raiz, caule e folha entre os substratos testados (Figuras 1 e 2). O resultado pode ser atribuído às propriedades físicas dos substratos (Tabela 3), todos os componentes dos substratos não comerciais [solo + areia (1:1); solo + areia + vermiculita (1:1:1); solo + areia +

vermiculita (1:2:1) e solo + areia + vermiculita (1:1:2)] têm propriedades que os colocam em equilíbrio de retenção de água e aeração do substrato.

A vermiculita, por exemplo, encontrada em três substratos permite boa aeração do sistema radicular (SILVA et al., 2010), a areia presente em quatro dos substratos possibilita drenagem eficiente (ALMEIDA et al., 2008) e boa capacidade de aeração. O solo presente em quatro dos substratos tem adequada retenção de água (CARVALHO FILHO et al., 2003), além de fonte ou dissipador de carbono, porém depende do equilíbrio entre as fontes de carbono, a partir da planta e da matéria orgânica em decomposição (MOINET et al., 2018). Outro fator importante associado a estrutura do solo, é a riqueza microbológica, que é utilizado como um indicador sensível da qualidade do solo (LONGA et al., 2017), ademais, alguns micro-organismos benéficos podem estimular o crescimento das plantas e reduzir o efeito de estresses bióticos e abióticos (KUMAR et al., 2018).

O Bioplant® é formulado à base de casca de pinus compostado e proporciona drenagem satisfatória e em equilíbrio entre as porcentagens de ar e água (ANDREJOW; HIGA, 2009). Outra possibilidade para o fato de não ter sido detectada diferenças no crescimento e enraizamento das estacas entre os substratos testados, é que o prazo de 120 dias não foi suficiente para evidenciar alguma diferença entre os substratos. Silva et al. (2010) ao analisar o enraizamento de *C. brasiliense* em viveiro observaram que, apesar da influência direta da vermiculita, após 90 dias, o enraizamento foi uniforme, corroborando os resultados do presente estudo.

Nery et al. (2016) em estudo com plantas de *C. brasiliense* sob pleno sol, observou uma maior quantidade de matéria seca nas raízes, para onde 45% dos fotoassimilados foram alocados, com maior biomassa, provavelmente como uma estratégia da espécie no sentido de amenizar eventuais condições de estresse ocasionada no solo. Jeromini et al. (2017) verificaram em plantas de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) sob diferentes substratos contendo solo, que a massa fresca e seca das raízes não tiveram diferença e apresentaram massas semelhantes ao Bioplant® para massa fresca da parte aérea. A alocação de biomassa para folhas, caules e raízes e morfologia dos tecidos em termos de área foliar e comprimento de raiz podem afetar a captura e uso de recursos, incluindo a luz (CHMURA et al., 2017).

A porcentagem de sobrevivência de mudas e o número médio de gemas foi

maior no substrato solo + areia (1:1), enquanto os substratos Bioplant® e solo+areia+vermiculita (1:1:2) não se mostraram eficientes para a sobrevivência da mudas, porém foi possível um maior número médio de gemas comparado aos demais substratos (Tabela 4).

Crispim et al. (2015) observaram que misturando uma parte de substrato comercial Bioplant® e uma parte de areia (1:1), a sobrevivência das mudas de flor-de-são-jão (*Pyrostegia venusta*) e número médio de gemas são maximizados, já que a areia favorece o enraizamento, aeração e evita problemas de apodrecimento com substrato encharcado. Lima et al. (2009) observaram que espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) teve maior porcentagem de sobrevivência no substrato areia pura em relação aos substratos casca de arroz carbonizada, Plantmax Ht® e vermiculita de granulometria fina. Isto ocorreu devido à adequada aeração deste substrato, pois acredita-se que esta espécie seja intolerante a solos ou substratos encharcados.

Similarmente, Sarro et al. (2015) em estudo com mudas de *C. brasiliense* oriundas de sementes sem tegumento, para facilitar a germinação, utilizaram substratos provenientes de resíduos de poda de árvores e compostos agroindustrial. Os resíduos de poda de árvores aumentaram a matéria orgânica do solo, porém, não promoveram condições necessárias para o crescimento das plantas, com desenvolvimento inicial prejudicado, já o substrato proveniente dos resíduos agroindustriais, incrementaram os atributos químicos do solo e promoveram melhor desenvolvimento vegetativo, principalmente quando adicionado a uma mistura de solo.

No presente trabalho, ao analisarmos a clorofila *a*, foi observado que o substrato solo + areia (1:1) proporcionou médias superiores ao substrato Bioplant® (Tabela 5). A relação clorofila *a* / *b* para o substrato solo + areia + vermiculita (1:1:1) proporcionou maiores médias que o substrato Bioplant® (Tabela 5). Poucos são os estudos fisiológicos com *C. brasiliense*, especialmente quando suas mudas são formadas a partir de estaquia ou miniestaquia e cultivadas em substratos. Saraiva et al. (2014) utilizaram telas foto-conservadoras no cultivo de plantas de *C. brasiliense* propagadas através de sementes em casa de germinação em temperatura (18-24°C), umidade relativa do ar em torno de 80% e luminosidade controlada por telas de sombreamento. Observaram que não houve diferença para pigmentos comparados

a pleno sol, indicando que a mudança da área de crescimento das mudas não influenciou na concentração de clorofila. Nery et al. (2016) observaram os maiores valores de clorofila *a* em folhas de *C. brasiliense* submetidas a pleno sol em substrato à base de solo e areia (2:1) comparado a outros níveis de sombreamento, resultados semelhantes ao encontrado nesse trabalho. A radiação solar, a disponibilidade de água e a fertilidade do solo podem influenciar na distribuição geral de características da fluorescência da clorofila *a* de árvores (Pollastrini et al., 2016).

A taxa fotossintética dos substratos: solo + areia + vermiculita (1:1:1) e solo + areia + vermiculita (1:2:1) foram similares entre si, mas possibilitaram maiores médias que as plantas cultivadas com Bioplant® (Tabela 6). Quanto à eficiência do uso da água, não houve diferença entre os quatro substratos, superando apenas o Bioplant® (Tabela 6). Medeiros (2017) em seu trabalho com glifosato, nas plantas controle, afirma que o valor da taxa fotossintética para *C. brasiliense* pode variar entre a 6 e 10 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. No presente trabalho, a maior média encontrada esteve nesta faixa, corroborando desta forma, as melhores respostas obtidas (Tabela 6).

O melhor resultado do substrato Bioplant® em relação à condutância estomática e concentração interna / externa de CO_2 (Tabela 6), pode ser explicado pelo estresse causado na mudança de ambiente, pois este substrato possui estabilidade em sua composição. Medeiros (2017) em seu trabalho afirma que a condutância estomática para *C. brasiliense* pode variar entre a 0,1 e 0,3 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Desta forma, todas as médias encontradas no presente estudo estão dentro dessa variação, entretanto, quatro tipos de substratos proporcionaram médias abaixo de 0,15 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Características de trocas gasosas, como: condutância estomática, transpiração ou taxa fotossintética têm sido comumente associadas à morfologia da parte aérea e da raiz das plantas (CHIRINO et al., 2017).

Avaliações morfológicas e fisiológicas são amplamente utilizadas para investigar o desempenho de plântulas em diversas condições, como: domesticação de plantas selvagens de interesse econômico (MILLA; MATESANZ, 2017); avaliação de respostas ao sombreamento (CHMURA et al. 2017), a eficiência no uso de nutrientes (WEIH et al., 2017), o efeito de herbicidas sobre as plantas (SILVA et al. 2016), entre outros.

Trabalhos voltados à produção de mudas de *C. brasiliense* por estaquia e



micropropagação tem crescido, principalmente para consolidar um método de propagação eficiente, rápido e, preferencialmente, de custo reduzido (MALDONADO-MAGAÑA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2016). No presente trabalho, o substrato solo + areia (1:1) se mostrou mais eficiente e barato, dentre os avaliados.

4 CONCLUSÃO

A propagação de *Calophyllum brasiliense* por estaquia é possível em todos os substratos testados, entretanto o substrato solo + areia (1:1) proporciona maior porcentagem de sobrevivência das mudas e melhor resposta fisiológica para o teor de clorofila *a*, taxa fotossintética e eficiência do uso da água.



SUBSTRATOS PARA A PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESTACAS DE GUANANDI
(*Calophyllum brasiliense* Cambess)

Santos et. al.

Tabela 1 – Caracterização química de Bioplant® antes da implantação do experimento com estacas de *Calophyllum brasiliense*, em casa-de-vegetação, Rio Verde, GO.

Substrato	g kg ⁻¹						%	pH	mg kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	M.S.		Fe	Mn	Cu	Zn	B
Bioplant®	12,4	2,5	4,6	7,3	11,5	2,3	54,6	5,72	1180	221,5	15	35,8	54,6

Extratores: P (Melich I), K, Na, Cu, Fe, Mn, e Zn = Melich I; Ca, Mg e Al = KCl (1N); S = Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc; B = BaCl₂. M.S.: matéria orgânica do solo

Tabela 2 - Análise química de substratos antes da implantação do experimento com estacas de *Calophyllum brasiliense*, em casa-de-vegetação, Rio Verde, GO.

Substratos*	Ca	Mg	Al	K	S	P	pH	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	M.O	CTC	SB	V%	Sat. Al
	cmol _c dm ⁻³						CaCl ₂	mg dm ⁻³						g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³		Sat. bases	m%
S + A (1:1)	2,1	0,5	0,01	23	5,6	1,5	6,16	2	44,2	21,9	1,4	0,6	0,16	9,8	3,7	2,8	75	0,4
S + A + V (1:1:1)	2,1	1,8	0,01	31	4,8	1,1	6,21	3	61,2	21	1,3	0,7	0,16	8,7	4,6	7	86	0,3
S + A + V (1:2:1)	1,8	1,7	0,01	32	5,7	1,1	6,23	4	60,2	19,1	1,2	0,8	0,13	6,5	4,3	3,6	83	0,3
S + A + V (1:1:2)	2	3,6	0,01	41	5,7	1,5	6,27	3	95	23,1	1,4	0,9	0,13	6,5	6,2	5,6	91	0,2

Extratores: P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn, e Zn = Melich 1; Ca, Mg e Al = KCl 1N; S = Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc; B= BaCl₂; M.O = matéria orgânica do solo pelo método colorimétrico; S + A= solo + areia (1:1); S + A + V= solo + areia + vermiculita (1:1:1); S + A + V= solo + areia + vermiculita (1:2:1); S + A + V= solo + areia + vermiculita (1:1:2).



SUBSTRATOS PARA A PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESTACAS DE GUANANDI
(Calophyllum brasiliense Cambess)

Santos et. al.

Tabela 3 - Análise física de substratos antes da implantação do experimento com estacas de *Calophyllum brasiliense*, em casa-de-vegetação, Rio Verde, GO.

Substratos	Textura (%)		
	Argila	Silte	Areia
Solo + areia (1:1)	15	12	73
Solo + areia + vermiculita (1:1:1)	15	13	72
Solo + areia + vermiculita (1:2:1)	12	7	81
Solo + areia + vermiculita (1:1:2)	12	12	76

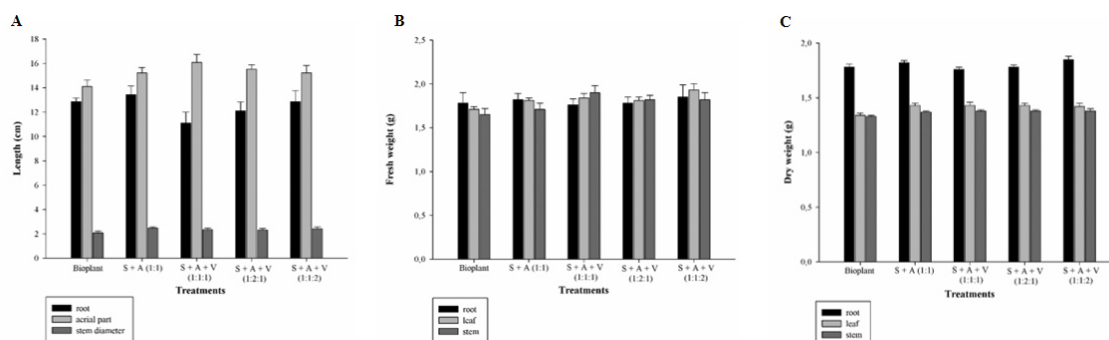


Figura 1 – Avaliações biométricas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a diferentes tratamentos, (A) Média do comprimento (cm) para parte aérea, raízes e diâmetro do caule; (B) Média do peso (g) fresco de raiz, folha e caule; (C) Média do peso seco (g) de raiz, folha e caule.



Figura 2 - Estacas de *Calophyllum brasiliense* após 120 dias de cultivo nos substratos: Bioplant® (A); Solo + areia (1:1) (B); Solo + areia + vermiculita (1:1:1) (C); Solo + areia + vermiculita (1:2:1) (D) e Solo + areia + vermiculita (1:1:2) (E). Barra = 10 mm.

Fonte: Cabral. (2016).

Tabela 4 – Porcentagem de sobrevivência de plantas e número médio de gemas de mudas de *Calophyllum brasiliense*, cultivadas em substratos, em casa-de-vegetação, Rio Verde, GO.

Substratos	Porcentagem de Sobrevivência (%)	Número médio de gemas
Bioplant®	25 d	8,8 a
Solo + areia (1:1)	85 a	6,7 ab
Solo + areia + vermiculita (1:1:1)	65 b	6,0 b
Solo + areia + vermiculita (1:2:1)	65 b	5,9 b
Solo + areia + vermiculita (1:1:2)	40 c	6,5 ab
Coeficiente de variação (%)	3,6	27,6

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si (Tukey 5%).

Tabela 5 – Clorofila *a*, relação clorofila *a/ b* de mudas de *Calophyllum brasiliense*, cultivadas em substratos, em casa-de-vegetação, Rio Verde, GO.

Substratos	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>a/ b</i>
	mg cm ⁻²	mg cm ⁻²
Bioplant®	17,47 b	1,56 b
Solo + areia (1:1)	26,75 a	1,93 ab
Solo + areia + vermiculita (1:1:1)	25,53 ab	2,11 a
Solo + areia + vermiculita (1:2:1)	18,26 ab	1,67 ab
Solo + areia + vermiculita (1:1:2)	21,27 ab	1,67 ab
Coeficiente de variação (%)	5,4	9,3

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, para cada variável, não diferem entre si (Tukey, 5%).

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F. A.; LUZ, P. B.; LESSA, M. A.; PAIVA, P. D. O.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; OLIVEIRA, M. V. C. Diferentes substratos e ambientes para enraizamento de mini-ixora (*Ixora coccinea* ‘compactada’). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, p. 1449-1453, 2008.
- ALVES, E. U.; NASCIMENTO, C. D.; ALCÂNTARA, B. Germinação e vigor de sementes de *Bauhinia divaricata* L. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, p. 960-966, 2008.
- ANDREJOW, G. M. P.; HIGA, A. R. Potencial de enraizamento de estacas de *Pinus taeda* L. provenientes de brotação apical de mudas jovens. *Floresta*, Curitiba, v. 39, p. 897-903, 2009.
- ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, p. 843-850, 2007.

AZAD, M. S.; MATIN, M. A. Effect of Indole-3-Butyric acid on clonal propagation of *Swietenia macrophylla* through branch cutting. *Journal of Botany*, Londres, v.1, p. 1-7, 2015.

BITTRICH, V.; TRAD, R. J.; CABRAL, F.N.; NASCIMENTO-JR, J. E.; SOUZA, V.C. 2015. *Calophyllaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

BRONDANI, G. E.; WEDLING, I.; SANTIN, D.; ROVEDA, E. L. Ambiente de enraizamento e substratos na estaquia de erva-mate. *Scientia Agraria*, Piracicaba, v. 8, p. 257-267, 2007.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. *Cerne*, Lavras, v.9, p.109-118, 2003.

CARVALHO, H. O.; FARIA E SOUZA, B. S.; SANTOS, I. V. F.; RESQUE, R. L.; KEITA, H.; FERNANDES, C. P.; CARVALHO, J. C. T. Hypoglycemic effect of formulation containing hydroethanolic extract of *Calophyllum brasiliense* in diabetic rats induced by streptozotocin. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, Curitiba, v. 26, p. 634-639, 2016.

CARVALHO, P. E. C. Espécies arbóreas brasileiras. *Embrapa Florestas*, v. 1, p. 487-494, 2003.

CASTOLDI, G.; FRIEBERGER, M. B.; PIVETTA, L. A.; ECHER, M. M. Alternative substrates in the production of lettuce seedlings and their productivity in the field. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 45, p. 299-304, 2014.

CHIRINO, E., RUIZ-YANETTI, S.; VILAGROSA, A.; MERA, X.; ESPINOZA, M.; LOZANO P. Morpho-functional traits and plant response to drought conditions in seedlings of six native species of Ecuadorian Ecosystems. *Flora*, Freiberg, v. 233, p. 58–67, 2017.

CHMURA D. J.; MODRZYŃSKI, J.; CHMIELARZ, P.; TJOELKER, M. G. Plasticity in seedling morphology, biomass allocation and physiology among ten temperate tree species in response to shade is related to shade tolerance and not leaf habit. *Plant Biology*, Freiberg, v. 19, p. 172-182, 2017.

CIRIELLO, V.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C. Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. *Cerne*, Lavras, v. 20, p. 653-660, 2014.

CIRIELLO, V.; MORI, E. S. Rooting of guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) cuttings using indole-butyric acid. *Cerne*, Lavras, v. 21, p. 641-648, 2015.

COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 60, p. 675-682, 2013.

COSTA, L. A. M.; PEREIRA, D. C.; COSTA, M. S. S. M. Substratos alternativos para produção de

repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, p. 150-156, 2014.

COSTA, E.; CARDOSO, E. D.; JUNIOR, D. B. L. Cherry tomato production on different organic substrates under protected environment conditions. Australian Journal of Crop Science, Brisbane, v. 12, 87-92, 2018.

CRISPIM, J. G.; RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; PESSOA, A. M. S.; BARROSA, P. A. Utilização de diferentes substratos na propagação de *Pyrostegia venusta* através de estacas. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 10, p. 38-41, 2015.

DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A. WENDLING, I. Estaquia e estaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 32, p. 453-462, 2012.

DUFFECKY, M. D.; FOSSATI, L. C. Avaliação da adaptação de *Calophyllum brasiliensis* Cambess. (guanandi) família clusiaceae, no planalto norte catarinense. Ágora: Revista de Divulgação Científica, Mafra, v. 16, p. 14-27, 2009.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina, PR, Editora Planta. 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GARCÍA-ZEBADÚA, J. C.; MAGNOS-GUERRERO, G. A.; MUMBRÚ-MASSI, M.; ESTRADA-MUÑOZ, E.; CONTRERAS-BARRIOS, M. A.; HUERTA-REYES, M.; CAMPOS-LARA, M. G.; JIMÉNEZ-ESTRADA, M.; REYES-CHILPA, R. Inhibition of HIV-1 reverse transcriptase, toxicological and chemical profile of *Calophyllum brasiliense* extracts from Chiapas, Mexico. Fitoterapia, Novara, v. 82, p. 1027-1034, 2011.

GARCÍA-ZEBADÚA, J. C.; REYES-CHILPA, J. C.; HUERTA-REYES, R.; CASTILLO-ARELLANO, J. I. El árbol tropical *Calophyllum brasiliense*: una revisión botánica, química y farmacológica. Vitae - Revista de La Facultad de Química Farmacéutica, Medellín, v. 21, p. 126-145, 2014.

GÓMEZ-VERJAN, J.; GONZALEZ-SANCHEZ, I.; ESTRELLA-PARRA, E.; REYES-CHILPA, R. Trends in the chemical and pharmacological research on the tropical trees *Calophyllum brasiliense* and *Calophyllum inophyllum*, a global context. Scientometrics, Budapeste, v. 105, p. 1019-1030, 2015.

HONDA, P. A.; FERREIRA, I. C. P.; CORTEZ, D. A. G.; AMADO C. A. B.; SILVEIRA, T. G. V.; BREZAN, M. A.; LONARDONI, M. V. C. Efficacy of components from leaves of *Calophyllum brasiliense* against *Leishmania (Leishmania) amazonensis*. Phytomedicine, Mainz, v. 17, p. 333-338, 2010.

JEROMINI, T. S.; FACHINELLI, R.; SILVA, G.Z.; PEREIRA, S. T. S.; SCALON, S. P. Q. Emergência de plântulas e crescimento inicial de copaíba sob diferentes substratos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 37, p. 219-223, 2017.

KANMEGNE, G.; MBOUOBDA, H.D., FOTSO; KAMTAT, G.F.; OMOKOLO, D.N. Interaction of stockplants shading and exogenous auxin on the propagation of *Cola anomala* K. Schum (Malvaceae) by cuttings. *South African Journal of Botany*, Pietermaritzburg, v. 112, p. 246-252, 2017.

KUMAR, A.; SINGH, V. K.; TRIPATHI, V.; SINGH, P. P.; SINGH, A. K. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Perspective in Agriculture Under Biotic and Abiotic Stress. *Crop Improvement Through Microbial Biotechnology*, p. 333-342, 2018.

LIMA, D. M.; TANNO, G. N.; PURCINO, M.; BIASI, L. A.; ZUFELLATO-RIBAS, K, C.; ZANETTE, F. Enraizamento de estacas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) em diferentes substratos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, p. 617-623, 2009.

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, p. 603-609, 2012.

LONGA, C.M.O.; NICOLA L.; ANTONIELLI L.; MESCALCHIN, E.; ZANZOTTI, R.; TURCO E.; PERTOT I. Soil microbiota respond to green manure in organic vineyards. *Journal of Applied Microbiology*, Northern Ireland, v.123, p. 1547-1560, 2017.

MALDONADO-MAGAÑA, A.; BERNABÉ-ANTONIO, A.; SALCEDO-PÉREZ, E.; CRUZ-SOSA, F. In vitro regeneration of *Calophyllum brasiliense* Cambess: a valuable medicinal tree. *African Journal of Biotechnology*, Abraka, v. 14, p. 2831-2835, 2015.

MEDEIROS, G. H. Respostas fisiológicas e morfológicas de mudas de landi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) a diferentes doses de glyphosate. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Tocantins. 2017.

MILLA, R.; MATESANZ, S. Growing larger with domestication: a matter of physiology, morphology or allocation? *Plant Biology*, Freiberg, v. 19, p. 475-483, 2017.

MOINET, G. Y.K.; HUNT, J. E.; KIRSCHBAUM, M.U.F.; MORCOM, C. P.; MIDWOOD, A. J.; MILLARD, P. The temperature sensitivity of soil organic matter decomposition is constrained by microbial access to substrates. *Soil Biology and Biochemistry*, Leicestershire, v. 116, p. 333-339, 2018.

NERY, F. C.; PRUDENTE, D. O.; ALVARENGA, A. A.; PAIVA, R.; NERY, M. N. Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) sob diferentes condições de sombreamento. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre v. 14, p. 187-192, 2016.

OLIVEIRA, M. C.; LEMOS, L. M. S.; OLIVEIRA, R. G.; DALL'OGGIO, E. L.; SOUSA JÚNIOR, P. T. S.; MARTINS, D. T. O. Evaluation of toxicity of *Calophyllum brasiliense* stem bark extract by in vivo and in vitro assays. *Journal of Ethnopharmacology*, Pretoria, v. 155, p. 30-38, 2014.

OLIVEIRA, V. C.; JOLY, C. A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. *Trees*, Berlim, p. 185-193, 2010.

SARAIVA, G. F. R.; SOUZA, G. M.; RODRIGUES, J. D. Aclimação e fisiologia de mudas de guanandi cultivadas em telas de sombreamento foto-protetoras. *Colloquium Agrariae*, Presidente Prudente, v. 1, p. 01-10, 2014.

SARRO, I. O. de; MOREIRA, W. M. Q.; CAMELO, A. D. Efeito de diferentes tipos de substratos no crescimento de *Calophyllum brasiliense*. *Revista Hispeci & Lema On-Line*, Bebedouro, v. 6, p. 46-55, 2015.

SILVA, F.B.; VITAL, R. G.; BATISTA, P. F.; COSTA, A. C.; JAKELAITIS, A. Drift from herbicides application on cultivated and native plants: a review. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v.15, p.79-88, 2016.

SILVA, R. L. da; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por estaquia. *Agronomía Costarricense*, San José, v. 34, p. 99-104, 2010.

SILVEIRA, S. S.; CORDEIRO-SILVA, R.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J. QUOIRIN, M. Micropropagation of *Calophyllum brasiliense* (Cambess.) from nodal segments. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 76, p.656-663, 2016.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). *Biota Neotropica*, Campinas, v. 7, p. 67-73, 2007.

SORREANO, M. C. M. Guia de nutrição de espécies florestais nativas. São Paulo, Oficina de Textos, 2012.

STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; WENDLING, I. Rooting mini-cuttings of *Paulownia fortunei* var. mikado derived from clonal mini-garden. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 39, p. 497-504, 2015.

URZEDO, D. I. de; FRANCO, M. P.; PITOMBO, L. M.; CARMO, J. B. do. Effects of organic fertilizers on greenhouse gas (GHG) emissions in tropical forestry. *Forest Ecology and*



***SUBSTRATOS PARA A PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESTACAS DE GUANANDI
(Calophyllum brasiliense Cambess)***

Santos *et. al.*

Management, Flagstaff, v. 310, p. 37-44, 2013.

WEIH, M.; WESTERBERGH, A.; LUNDQUIST, P. Role of nutrient-efficient plants for improving crop yields: bridging plant ecology, physiology, and molecular biology. In: Plant Macronutrient Use Efficiency, p. 31–44, 2017.