

Propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia em goiabeira cultivada em miniestufas e substratos

Vegetal propagation by cutting and mini-cutting in the guava shrub cultivated in mini-buffers and substrates

Michel Douglas Santos Ribeiro¹, Valéria Fernandes de Oliveira Sousa², Marinês Pereira Bomfim³, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues²

RESUMO: Em regiões semiáridas estratégias que viabilizem a propagação via assexual da goiabeira são relevantes, visto que nestas regiões altas temperaturas e baixa umidade do ar dificultam tal prática. Sabe-se que composição de substratos, tipos de propágulos e ambiente de produção interferem na qualidade das mudas. Nessa perspectiva, objetivou-se avaliar o efeito de substratos e propágulos (estacas e miniestacas) de goiabeira cv. 'Paluma' em miniestufas de garrafas PET. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 7 x 2, totalizando 14 tratamentos, consistindo de sete combinações de substratos: T1= 100% vermiculita expandida; T2= 100% substrato comercial (Basaplant®); T3= 100% solo; T4= 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); T5= 50% substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo (1:1; v/v); T6= 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e T7 -75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v) e dois tipos de propágulos (miniestaquia e estaquia), com quatro repetições e três plantas por parcela. O experimento foi conduzido em cultivo protegido, e pela falta de nebulização foi utilizada as garrafas PET como miniestufas com a finalidade de propiciar alternativa de baixo custo para aumentar umidade relativa nos propágulos. Foram avaliadas as variáveis de sobrevivência, crescimento e acúmulo de massa seca das mudas. Os propágulos oriundos do método de miniestaquia foram viáveis para a produção de mudas 'Paluma'. O substrato composto por 100% vermiculita e 100% substrato comercial Basaplant® foram os mais eficientes para a formação de mudas de goiabeira.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L. Miniestufas. Myrtaceae. Produção de mudas. Propagação clonal.

ABSTRACT: Strategies that enhance the spread of guava asexually are highly relevant in semi-arid regions, characterized by high temperatures and low air humidity which impair the practice. In fact, the composition of substrates, types of propagules and production environment interfere in the quality of seedlings. Current paper evaluates the effect of substrates and propagules (cuttings and mini-cuttings) of guava cv. Paluma in pet bottle mini-buffers. Experimental design comprised randomized blocks, 7 x 2, totaling 14 treatments, with seven substrate combinations: T1=100% expanded vermiculate; T2=100% commercial substrate (Basaplant®); T3=100% soil; T4=50% expanded vermiculate + 50% soil (1:1; v/v); T5= 50% commercial substrate (Basaplant®) + 50% soil (1:1; v/v); T6= 75% soil + 25% cattle manure (3:1; v/v) and T7 -75% soil + 25% goat manure (3:1; v/v) and two types of propagules (mini-cutting and cutting), with four replications and three plants per plot. The experiment was conducted in a protected cultivation and, due to the lack of nebulization, PET bottles were used as mini-buffers to provide a low-cost alternative to increase relative humidity in the propagules. Variables survival, growth and accumulation of dry mass of the seedlings were evaluated. The propagules from the mini-cutting method were viable for the production of Paluma seedlings. The substrate composed of 100% vermiculate and 100% commercial substrate Basaplant® were the most efficient for the formation of guava seedlings.

¹ Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), Brasil.

² Doutorandas no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia (PB), Brasil.

³ Docente visitante no Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal (PB), Brasil.

Keywords: *Psidium guajava* L. Mini-buffers. Myrtaceae. Seedling production. Clonal propagation.

Autor correspondente:

Valéria Fernandes de Oliveira Sousa: valeriafernandesbds@gmail.com

Recebido em: 05/02/2020

Aceito em: 30/11/2020

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, da classe Dicotyledoneae, é uma frutífera muito difundida no Brasil, originada nas regiões tropicais americanas, sendo seu cultivo uma atividade altamente lucrativa e com grande potencial de expansão (BEZERRA *et al.*, 2018).

De acordo com IBGE (2018), a produção brasileira de goiaba foi de 578.608 toneladas de frutos, concentrando-se 91,32% nas regiões Nordeste e Sudeste, sendo a região Nordeste maior produtora nacional com 293.599 toneladas, com destaque nos Estados de Pernambuco e Bahia. Em relação ao Estado da Paraíba, a produção foi de 2.326 toneladas apresentando maioria dos pomares no sertão paraibano (IBGE, 2018). Nacionalmente apreciada por seu aroma, sabor característico e alto valor alimentício, seus frutos são consumidos *in natura* ou industrializados agregando valor econômico (VITTI *et al.*, 2020).

A cultivar de goiabeira ‘Paluma’ tem grande aceitação no mercado de produção em função da sua dupla aptidão, indústria e mesa, visto que, seus frutos têm polpa de coloração vermelha, alto teor de sólidos solúveis, aroma agradável, alta produtividade e bom rendimento de polpa, além de apresentar maior durabilidade de prateleira em relação às demais cultivares de goiaba (KAVATI, 2004). Logo, seu uso para produção de mudas por enxertia ou estaquia são importantes para manutenção de pomares produtivos.

A goiabeira pode ser propagada por via seminal (germinação de sementes) ou vegetativamente, pelas técnicas de enxertia, estaquia de raízes e brotos e pela cultura de tecidos. A produção de mudas comerciais utilizando a técnica da enxertia baseia-se na propagação seminal para formação de porta-enxertos, e utiliza enxertos provenientes de genótipos selecionados possibilitando a clonagem (ALTOÉ; MARINHO, 2012; PEREIRA *et al.*, 2017).

No método de estaquia, o uso de nebulização é necessário para manter umidade alta requerida no pegamento das estacas, porém pequenos produtores não possuem recursos para investir em tecnologia, sendo necessário uso de alternativa baratas como utilização das garrafas PET servindo de miniestufas (MILHEM, 2011).

O processo de produção de mudas frutíferas é influenciado pelo método de propagação assim como pelo substrato utilizado (TIMM *et al.*, 2015; NADAI *et al.*, 2015). O substrato ideal para produção de mudas tem que suprir as necessidades hídricas, nutricionais e fornecer suporte adequado para o enraizamento e sucessivo pegamento das estacas, sendo um fator extremamente essencial nesse processo (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007; OLIVEIRA *et al.*,

2013). Portanto, a composição do substrato e o tipo de propágulo são fatores que possuem relação intrínseca com a produção e estabelecimento das mudas em campo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes substratos no enraizamento de propágulos (estacas e miniestacas) de goiabeira cv. 'Paluma' em miniestufas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na cidade de Pombal, Paraíba, cujas coordenadas geográficas são 6° 46' 13'' de latitude S e 37° 48' 06'' de longitude W de Greenwich, a uma altitude de 184 m. A temperatura média anual é de 27 °C, com temperatura máxima de 33,2 °C e mínima de 21,3 °C, em que o período mais quentes do ano é de setembro a dezembro e mais frios junho e julho. O regime pluviométrico médio anual é de 724,9 mm, com chuvas mal distribuídas concentrando maior incidência nos meses de fevereiro a abril (BELTRÃO *et al.*, 2005).

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017, com delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2 x 7, correspondente a dois tipos de propágulos: estacas (12 cm de comprimento) e miniestacas (8 cm de comprimento) e sete substratos (T1: 100% Vermiculita expandida; T2: 100% Substrato comercial (Basaplant®); T3: 100% Solo; T4: 50% Vermiculita expandida + 50% Solo; T5: 50% Substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo; T6: 75% Solo + 25% Esterco bovino e T7: 75% solo + 25% esterco caprino), com quatro repetições e três plantas por parcela.

Os substratos utilizados foram avaliados quimicamente sendo descritos os valores de cada substrato na tabela 1, não sendo realizado adição adicional de fertilizantes em razão de os mesmos apresentarem composição nutricional adequada para a cultura. As formulações de alguns substratos foram baseadas em outros trabalhos com mudas de goiabeira (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007; COSTA *et al.*, 2010; APARECIDO *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Tabela 1. Características químicas dos componentes do solo e substrato usados na produção de mudas de estacas e miniestacas com diferentes substratos e embalagens

	pH	C.E	P	N	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	SB	(T)	MO
	H ₂ O 1:2,5	dS/m ¹ 1:5	mg/dm ₃	%	cmol/dm ³					cmol/dm ³	g kg ⁻¹		
S	6,5	0,3	16	1,0	1,39	0,61	2,70	2,50	0,0	0,32	7,20	8,2	16
SC	5,8	1,4	315	-	468	6,6	15,6	9,5	0,0	6,6	142	33	8,2
EB	6,4	1,0	98	2	3,8	1,54	4,52	2,63	0,0	0,00	12,5	10,9	40
EC	7,2	0,7	2,8	3	2,68	4,5	2,6	2,93	0,0	0,00	14,5	11,7	42
V	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: SB =soma de bases; CE= condutividade elétrica; T = capacidade de troca de cátions total; M.O = matéria orgânica; S = solo; SC = substrato comercial Basaplant®; EB = esterco bovino; EC = esterco caprino; V = vermiculita expandida.

Foram coletadas estacas herbáceas de goiabeira cultivar ‘Paluma’ de plantas adultas com aproximadamente oito anos e pertencentes a um pomar comercial no lote 7 nas Várzeas de Sousa – PB com coordenadas 6°45’33” de latitude sul e 38°13’41” de longitude oeste de Greenwich e 220 metros de altitude. A coleta foi realizada cem dias após poda de limpeza e de encurtamento dos ramos remanescentes no pomar. Todas as estacas e miniestacas foram coletadas de brotações do último fluxo de crescimento, apresentando coloração verde e formato angular (Figura 1A), preparados com dois pares de gemas, cortando-se o par de folhas superior ao meio e retirando-se o par de folhas basal (Figura 1B, C e D). Para auxiliar no enraizamento as estacas e miniestacas foram imersas por 5 minutos em solução de ácido indolibutírico (AIB), com concentração de 0,05% (Figura 1E).

Com ausência de câmara de nebulização na casa de vegetação foram confeccionadas miniestufas com a finalidade de propiciar umidade adequada para os propágulos, para formação das miniestufas foram utilizadas 168 garrafas PET de refrigerante, transparentes e incolores, com volume de 2 litros. As garrafas foram lavadas com água, perfuradas no fundo e cortadas transversalmente a 13 centímetros de altura seguindo a metodologia de Milhem (2011) (Figura 1F). A base da garrafa PET, preenchida com 0,82 litros dos diferentes substratos sendo pressionado com as mãos ficando aproximadamente 2 centímetros da borda da base e em seguida irrigado (Figura 1G). Após a drenagem do excesso de água, realizou-se o estaqueamento e o encaixe da parte superior da garrafa com tampa (Figura 1H).

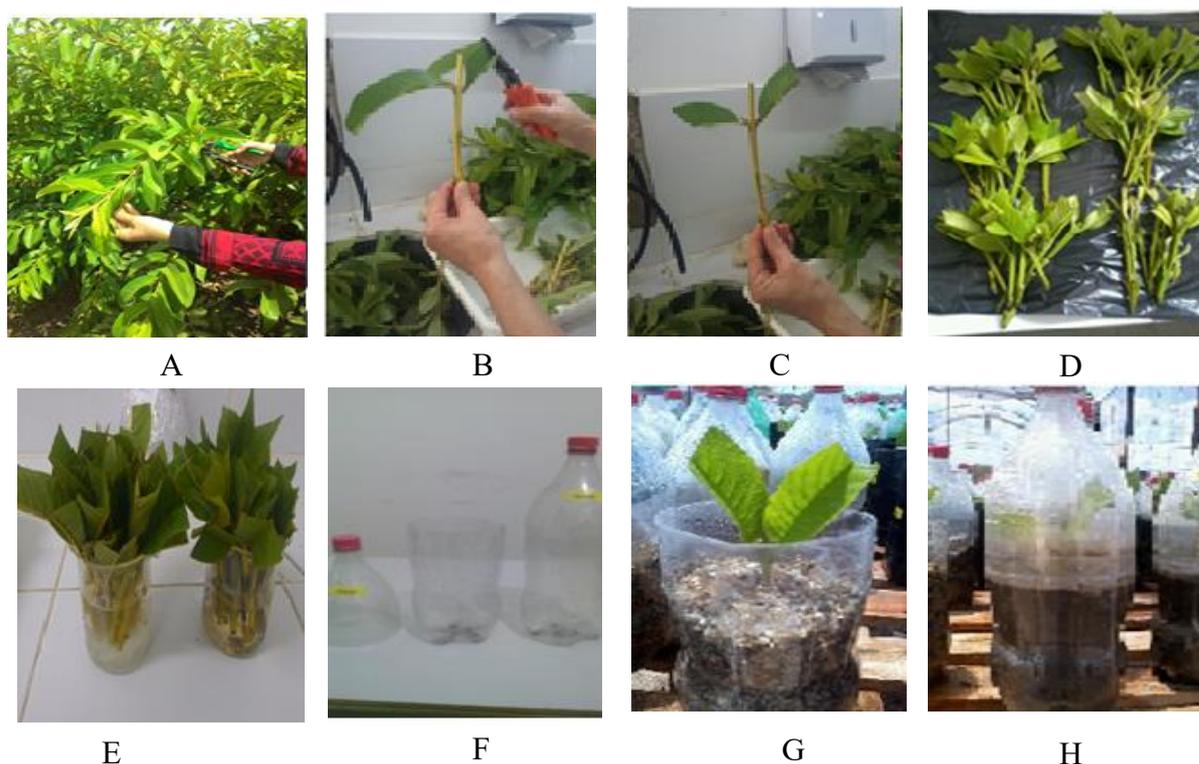


Figura 1. Corte das gemas e confecção dos propágulos (A, B, C e D), imersão dos diferentes propágulos em solução de AIB (E), confecção das miniestufas (F), preenchimento dos substratos e estaqueamento (G), encaixe da parte superior da garrafa com tampa (H).

Fonte: UFCG, Pombal (PB), 2017.

O turno de rega foi realizado quatro vezes ao dia, sendo retirada a tampa das garrafas antes da irrigação, aplicando em cada miniestufa 0,05 L de água e tampadas logo em seguida, mantendo assim em capacidade de campo, totalizando 0,2 L diariamente.

Os propágulos avaliados (estacas e miniestacas) permaneceram nas condições descritas por período de 80 dias. Após este período avaliou-se a sobrevivência, como a porcentagem de estacas que apresentaram novas brotações e não apresentaram secamento; o número de brotos, determinado através da contagem de brotos por mudas; o comprimento dos brotos, mensurado das brotações até o ápice com uso de régua graduada.

As avaliações destrutivas constaram do diâmetro radicular, mensurado utilizando um paquímetro digital; do comprimento da raiz principal, realizado com auxílio de uma régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre as extremidades da base do caule ao final da raiz principal; da massa fresca radicular, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz e as raízes foram pesadas em balança analítica de precisão (0,001g); e da massa seca da parte aérea, raiz, e total, mensurada após secagem em estufa de circulação de ar forçada regulada a uma temperatura de 65 °C por 48 horas, em balança analítica de precisão (0,001g). A massa seca total foi determinada pelo somatório da massa seca da parte aérea e da raiz sendo os resultados médios expressos em gramas por planta.

Para percentual de sobrevivência, comprimento e número de brotos foram realizadas medidas de centralidade (média e desvio padrão), e às demais foram submetidas à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de sobrevivência foi superior nos propágulos pelo método de miniestaquia em relação ao de estaquia (Figura 2A). Os propágulos produzidos a partir de estacas demonstraram melhor desempenho das mudas produzidas nos substratos T2 (100% Substrato comercial (Basaplant®)) (91,7%), seguido do T1 (100% Vermiculita) (67,7%) e os menores desempenhos foram obtidos no substratos T3 (100% solo), T4 (50% solo + 50% vermiculita) e T6 (75% solo + 25% esterco bovino), correspondentes a 16,7% de sobrevivência, entretanto quando se avaliaram as mudas produzidas pelo método de miniestacas constatou-se que os substratos T1 (83,34%) e T2 (83,34%) proporcionaram maior sobrevivência, porém os substratos T5 (50% substrato comercial Basaplant® + 50% solo) (25%), T6 e T3 (16,7%) apresentaram valores inferiores neste parâmetro se comparado aos demais substratos avaliados (Figura 2A).

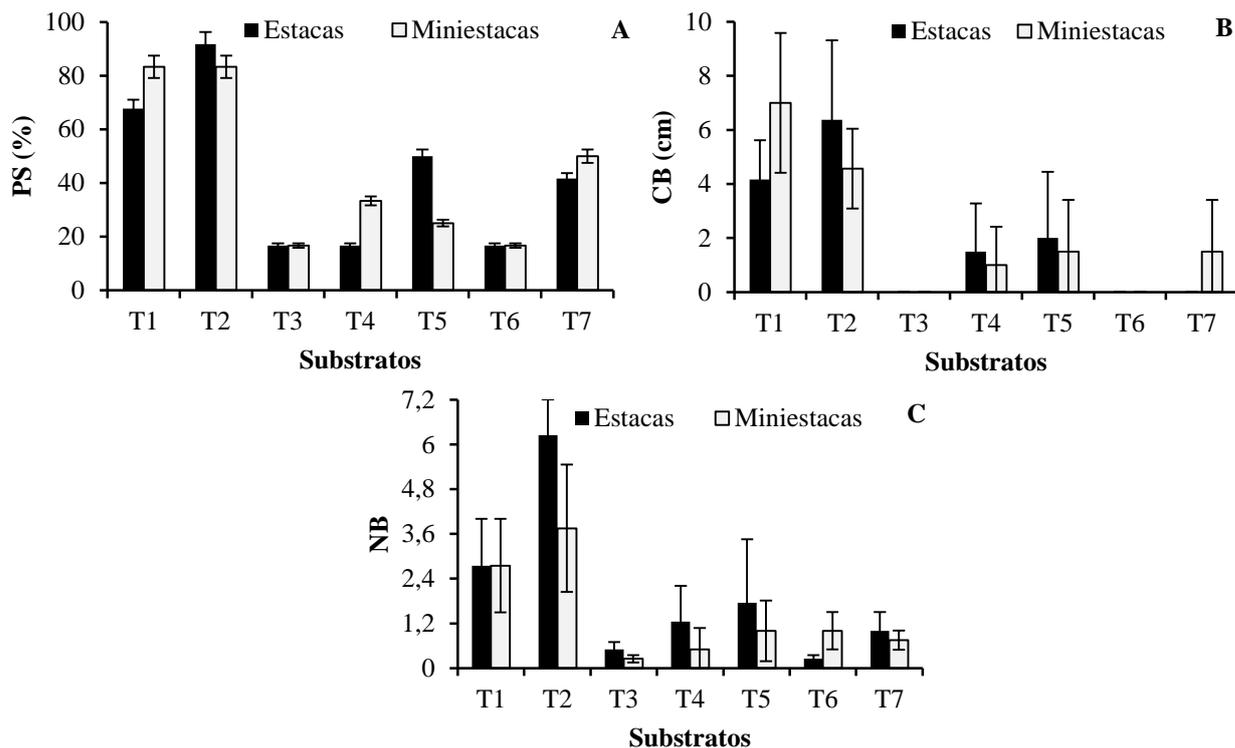


Figura 2. Valores médios de porcentagem de sobrevivência (A), comprimento dos brotos (B) e número de brotos (C) de mudas propagadas por estacas e miniestacas de goiabeira cv. 'Paluma' em diferentes substratos, aos 80 dias após o estaqueamento. UFCG, Pombal (PB), 2017. (T1= 100% vermiculita expandida; T2= 100% substrato comercial (Basaplant®); T3= 100% solo; T4= 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); T5= 50% substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo (1:1; v/v); T6= 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e T7 -75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v))

A técnica da miniestaquia foi favorável para obtenção de maior sobrevivência de mudas de goiabeira cv. 'Paluma'. Fragoso *et al.* (2017) ao estudarem produção de mudas de *Tibetana sellowiana* por estaquia e miniestaquia constataram maior sobrevivência das miniestacas, correspondente a valores acima de 80%. Conforme Altoé e Marinho (2012), a técnica de miniestaquia permite obter altos índices de sobrevivência e enraizamento das miniestacas e induzem vigor adequado às mudas produzidas por este método, o que demonstra sua adequabilidade à multiplicação de matrizes e à produção de mudas de goiabeira 'Paluma'. Além disso, a redução do tamanho das estacas (miniestaquia) proporciona aumento da produtividade de brotações por área e uso de propágulos pelos ramos jovens (DIAS *et al.*, 2015).

O uso de substratos assim como os tipos de propágulos influenciaram no processo de pegamento das estacas de goiabeira. A menor taxa de sobrevivência verificada nos substratos com maior percentual de solo pode estar relacionada à baixa concentração de fósforo, em comparação aos outros substratos, conforme apresentado na tabela 1, uma vez que a maior quantidade deste nutriente resulta em maior incremento na produção de raízes (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Além disso, as características físicas do substrato, como aeração, umidade e temperatura, as quais assumem papel essencial na formação das raízes, podem não ter sido ideais. Pois, de acordo com Hössel (2017), é desejável que a temperatura do substrato que

reveste a região em que vai ocorrer a diferenciação celular e posterior formação das raízes adventícias seja maior se comparado ao meio externo, por acelerar a atividade metabólica favorecendo todo o processo.

Nota-se que os substratos constituídos de 100% Vermiculita (T1) e 100% Substrato comercial Basaplant® (T2) são os mais indicados para a produção de mudas via estaquia e miniestaquia, provavelmente ambos apresentam características químicas e físicas satisfatórias para o desenvolvimento dos calos e, conseqüentemente, na formação das raízes por conter alta porosidade favorecendo a aeração e baixa densidade.

Zietemann e Roberto (2007), avaliando o efeito dos diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira cvs. ‘Paluma’ e ‘Século XXI’, constataram as vantagens na utilização da vermiculita em razão da facilidade na obtenção, além de apresentar características fitossanitárias e físicas que propiciam o desenvolvimento como a maior retenção de umidade e porosidade, pois de acordo com Paixão *et al.* (2017) a absorção ocorre de acordo com a retenção de água contida pelo substrato e a absorção de água pela estaca está diretamente relacionada ao grau de contato entre esta e o filme de água ao redor das partículas do substrato, fato que pode ser considerado no desenvolvimento das estacas no substrato constituído de vermiculita, refletindo a sua superioridade em relação aos demais.

No comprimento dos brotos (Figura 2B) constatou-se que os propágulos produzidos pelo método de miniestaquia apresentaram maior valor quando cultivado no substrato T1 (7 cm), seguido pelo substrato T2 com comprimento de 4,5 cm. Enquanto que por meio de estaquia, observou-se maior comprimento no substrato T2 (6,5 cm), seguido do T1 (4 cm), ao tempo que os substratos T3 e T6 não apresentaram comprimento tanto na estaquia como miniestaquia e o T7 no método de estaquia.

A utilização de somente solo, substrato T3, bem como maior concentração de solo misturado ao composto orgânico T6 e T7, interferiram negativamente nas brotações das mudas, provavelmente pela característica física do substrato ter dificultado o enraizamento e, conseqüentemente, o comprimento de brotos. No estudo realizado por Freitas *et al.* (2017) com estacas de romãzeira também observaram maiores comprimentos das brotações com uso de substrato comercial e fibra de coco e menores resultados com utilização do solo como substrato, os autores relatam que isso ocorre devido, especialmente, a porosidade, a qual afeta o teor de água retida e seu equilíbrio com a aeração sendo superior com uso do substrato comercial e fibra de coco, que foi substituída no caso do nosso estudo, por vermiculita.

O número de brotos em ambos métodos de propagação apresentou maior média com uso do substrato comercial, estaquia (6,25), e miniestaquia (3,75), seguido do substrato vermiculita, estaquia e miniestaquia (2,75), nota-se curiosamente que o maior número de brotações foi observado no método da estaquia (Figura 2C). Provavelmente, os propágulos de maior tamanho, no caso as estacas, apresentam maior capacidade para desempenhar

crescimento das brotações, em razão da maior reserva nutricional presente em seus tecidos (TAIZ *et al.*, 2017).

No entanto, percentagens elevadas de brotações podem indicar pontos negativos no enraizamento (GOMES; KRINSKI, 2016). O que foi refletido neste trabalho, visto que o método de miniestaquia favoreceu maior diâmetro radicular, ou seja, maiores raízes adventícias, enquanto a estaquia favoreceu apenas comprimento radicular, provavelmente pelo excesso de brotações. Em relação aos substratos, de forma similar no estudo realizado por Aparecido *et al.* (2013) com estacas de goiabeira com diferentes substratos em miniestufas, também constataram maior percentagem de brotações com uso do substrato comercial.

Os tipos de propágulos assim como os substratos interferiram de forma significativa no diâmetro radicular (Tabela 2). Observou-se nas estacas que o substrato T2 favoreceu maior diâmetro, sendo superior estatisticamente aos substratos T6 e T7, enquanto que nas miniestacas o substrato T1 foi superior aos substratos T4, T5, T6 e T7.

Tabela 2. Efeito da interação entre os propágulos e os substratos sobre diâmetro (DIAM) e comprimento da raiz principal (COMPR) em mudas propagadas por estacas e miniestacas de goiabeira cv. 'Paluma' em diferentes substratos, aos 80 dias após o estaqueamento

Substratos	DIAM (mm)		COMPR (cm)	
	Estacas	Miniestacas	Estacas	Miniestacas
T1	5,04 Bab	6,49 Aa	17,93 Aa	14,08 Ba
T2	6,19 Aa	5,02 Babc	16,44 Aa	11,62 Bb
T3	4,93 Aab	5,89 Aab	10,75 Ab	7,35 Bc
T4	4,65 Aab	4,46 Abc	9,75 Abc	4,60 Bd
T5	5,43 Aab	4,74 Abc	7,30 Bd	10,47 Ab
T6	4,37 Ac	4,11 Ac	7,00 Ad	5,37 Bcd
T7	3,85 Ac	4,61 Abc	7,87 Bcd	12,71 Aab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). (T1= 100% vermiculita expandida; T2= 100% substrato comercial (Basaplant®); T3= 100% solo; T4= 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); T5= 50% substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo (1:1; v/v); T6= 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e T7 -75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v))

Fonte: UFCG, Pombal (PB), 2017.

O uso da vermiculita e substrato comercial promovem maior porosidade, devido materiais que os compõem serem menos densos em relação às demais formulações de substratos avaliadas. Segundo Costa *et al.* (2017), materiais com baixa porosidade propiciam problemas de trocas gasosas das raízes, percolação e drenagem, influenciando negativamente sobre o desenvolvimento das raízes, pois podem acumular excesso de água que ocasiona apodrecimento da estaca, assim como reduzir o crescimento radicular da estaca de goiabeira.

No comprimento da raiz principal (Tabela 2) verificou-se que o método de estaquia foi superior ao de miniestaquia na maioria das formulações de substratos, sendo o substrato T1 e T2 melhor para estaquia e os substratos T1, T7, T2 e T5 para miniestaquia (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da interação entre os propágulos e os substratos sobre massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) em mudas propagadas por estacas e miniestacas de goiabeira cv. 'Paluma' em diferentes substratos, aos 80 dias após o estaqueamento

Substratos	MFR (g)		MSR (g)	
	Estacas	Miniestacas	Estacas	Miniestacas
T1	2,22 Ab	2,16 Aa	0,58 Aa	0,59 Aa
T2	3,25 Aa	1,57 Bab	0,59 Aa	0,29 Bb
T3	2,09 Ab	0,62 Bbcd	0,50 Aa	0,06 Bc
T4	1,39 Abc	0,48 Bcd	0,52 Aa	0,05 Bc
T5	0,74 Bcd	1,43 Aabc	0,03 Bb	0,49 Aa
T6	0,28 Ad	0,25 Ad	0,002 Ac	0,001 Ad
T7	1,34 Abc	1,66 Aab	0,14 Ab	0,16 Abc

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). (T1= 100% vermiculita expandida; T2= 100% substrato comercial (Basaplant®); T3= 100% solo; T4= 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); T5= 50% substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo (1:1; v/v); T6= 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e T7 -75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v))

Fonte: UFCEG, Pombal (PB), 2017.

O importante na propagação vegetativa por estaquia é priorizar alocação de nutrientes para as raízes e não para as brotações (GOMES; KRINSKI, 2016). Diante disso, Delgado e Yuyama (2010) observaram que o efeito negativo das brotações se dá pela formação do fitohormônio (citocinina) que é gradualmente metabolizada em favor da brotação direcionando as reservas para processos alheios à formação de raízes, podendo, inclusive, inibir a emissão das mesmas.

As estacas de goiabeira apresentaram maiores massas frescas e secas radiculares, quando comparadas às miniestacas na maioria dos substratos (Tabela 3), com relação ao acúmulo de massa fresca radicular, os propágulos de estacas apresentaram superioridade quando cultivados no substrato comercial, ao tempo que as miniestacas os maiores valores foram nos substratos T1, T2, T7 e T5. Possivelmente o maior comprimento radicular nestes substratos interferiram na biomassa fresca das raízes.

A massa seca radicular nas estacas foi maior no substrato T2, seguido do T1, T4 e T3, ambos diferindo dos demais substratos, em contrapartida nas miniestacas os substratos T1 e T5 diferiram dos demais substratos (Tabela 3).

O acúmulo de massa seca parte aérea e total foi maior nos propágulos oriundos da miniestaquia em quase todos os substratos, se comparado ao método de estaquia (Tabela 4). O comprimento da estaca pode influenciar tanto nas reservas de carboidratos como no volume de auxinas endógenas, o que proporciona maior sobrevivência, emissão mais rápida de raízes e afeta o número e tamanho das brotações produzidas durante o crescimento inicial (PONTES FILHO *et al.*, 2014). Nos propágulos de estaquia, o substrato T7 apresentou menores massa seca da parte aérea e total, enquanto que nas miniestacas o substrato comercial se sobressaiu comparado aos demais na massa seca da parte aérea e na massa seca total os piores substratos foram T6, T7 e T4.

Tabela 4. Efeito da interação entre os propágulos e os substratos sobre massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) em mudas propagadas por estacas e miniestacas de goiabeira cv. ‘Paluma’ em diferentes substratos, aos 80 dias após o estaqueamento

Substratos	MSPA (g)		MST (g)	
	Estacas	Miniestacas	Estacas	Miniestacas
T1	1,51 Ba	2,60 Ab	2,10 Ba	3,21 Aa
T2	1,10 Bab	3,24 Aa	1,35 Bab	3,57 Aa
T3	1,50 Ba	2,14 Ab	1,91 Aa	2,21 Abc
T4	1,30 Aab	0,65 Bd	1,88 Aa	0,77 Be
T5	1,48 Ba	2,59 Ab	1,53 Bab	2,89 Aab
T6	1,42 Aa	0,92 Bcd	1,43 Aab	0,92 Bde
T7	0,80 Bb	1,41 Ac	1,03 Bb	1,72 Acd

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). (T1= 100% vermiculita expandida; T2= 100% substrato comercial (Basaplant®); T3= 100% solo; T4= 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); T5= 50% substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo (1:1; v/v); T6= 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e T7 -75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v))

Fonte: UFCEG, Pombal (PB), 2017.

A inviabilidade desses substratos formulados com solo, principalmente T3, T6 e T7, na produção de mudas de goiabeira cv. ‘Paluma’ produzidas pelo método vegetativo, ocorreu devido, possivelmente, à maior densidade e menor porosidade do solo, ocasionando baixa retenção de umidade e aeração nestes substratos, o que por sua vez afeta negativamente o desenvolvimento radicular das mudas, visto que boa retenção de umidade previne a dessecação da base da estaca e a porosidade facilita o fornecimento de oxigênio que é primordial para iniciação e desenvolvimento das raízes (FACHINELLO; HOFFMANN; NATCHIGAL, 2005). Corroborando com Batista *et al.* (2011) e Freitas *et al.* (2017), os quais verificaram que o solo não é recomendado como componente de substrato para propagação de estacas de romãzeira.

Os resultados superiores no substrato comercial Basaplant® (T2) pode ser atribuído às suas características físico-químicas, dispondo por conter a presença de matéria orgânica, cargas iônicas, porosidade e retenção de umidade satisfatória. Similar ao verificado por Zietemann e Roberto (2007), em que verificaram que o substrato comercial apresentou comportamento superior aos demais tratamentos avaliados, obtendo-se ganhos em comprimento, massa fresca e seca de mudas de goiabeira.

De acordo com os resultados obtidos verifica-se uma relação intrínseca entre os fatores avaliados (diferentes tipos de propágulos e substratos), demonstrando ser necessário o conhecimento destas informações para a viabilidade e sucesso no processo de produção de mudas de alta qualidade física, fisiológica e sanitária.

4 CONCLUSÃO

Os propágulos oriundos do método de miniestaquia foram viáveis para a produção de mudas cv. 'Paluma', nas condições do referido estudo.

Os substratos compostos por 100% vermiculita e 100% substrato comercial Basaplan® foram os mais eficientes para a formação de mudas de goiabeira.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela aprovação do projeto e concessão da bolsa de iniciação científica ao autor M.D.S. Ribeiro.

REFERÊNCIAS

APARECIDO, L.E.O.; PENHA, E.T.S.; SOUZA, P.S. Avaliações de substratos no enraizamento das estacas de goiabeira em miniestufas de garrafas PET recicladas. **Revista Agroambiental**, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2013.

ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S. Miniestaquia seriada na propagação da goiabeira 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 576-580, 2012.

BATISTA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B.; BENEDITO, C. P.; GUIMARÃES, I. P. Propagação vegetativa de romã em diferentes substratos. **Revista Verde**, v. 6, n. 4, p. 96-100, 2011.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SANTOS, J. B.; FERNANDES, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente & Água**, v.13, n.3, p.1-12, 2018.

BELTRÃO, B.A.; MORAIS, F.; MASCARENHAS, J. de C.; MIRANDA, J. L. F. de.; SOUSA JUNIOR, L. C.; MENDES, V. A. **Diagnóstico do município de Pombal**: projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM, 2005. 23p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/POMB147.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2015.

COSTA, E.; GOMES, V.A.; SILVA, P.N.L.; PEGORARE, A.B.; SALAMENE, L.C.P. Produção de mudas de goiabeira por estaquia em diferentes recipientes e substratos. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 8, p. 104-110, 2010.

COSTA, J.C.F.; MENDONÇA, R.M.N.; FERNANDES, L.F.; OLIVEIRA, F.P.; SANTOS, D. Caracterização física de substratos orgânicos para o enraizamento de estacas de goiabeira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 16-23, 2017.

DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p.522-526, 2010.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; CORREIA, A. C. G.; BARBOSA, G. A. Tipo de Miniestaca e de Substrato na Propagação Vegetativa de Angico-Vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 909-919, 2015.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NATCHIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, (UFLA), v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRAGOSO, R. O.; STUEPP, C. A.; SÁ, F. P.; KRATZ, D.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Vegetative rescue and ex vitro system production of *Tibouchina sellowiana* clonal plants by cutting and mini-cutting. **Ciência Rural**, v. 47, n. 11, p.1-7, 2017.

FREITAS, R. M. O.; COELHO, M. F. B.; NOGUEIRA, N. W.; LEAL, C. C. P.; OLIVEIRA, A. K. Propagação vegetativa de romã com material vegetal de diferentes origens sob tipos de substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 29-33, 2017.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 3, p. 31-37, 2016.

HÖSSEL C. **Enraizamento de Miniestacas de Jabuticabeiras, Pitangueira, Araçazeiro Amarelo e Sete Capoteiro**. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná Pato Branco, PR. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 15 abr. 2020.

KAVATI, R. Goiaba. In: PINTO, A. C. de Q.; SOUSA, E. dos S.; RAMOS, V. H. V. (ed.). **Tecnologia de produção e comercialização da lima ácida ‘Tahiti’, do maracujá-azedo e da goiaba para o Cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 23-45. (Embrapa Cerrados. Documentos, 111).

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

MILHEM, L. A. **Ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaqueia**. 2011. 68 f. Dissertação de Mestrado (Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

NADAI, F. B.; MENEZES, J. B. C.; CATÃO, H. C. M.; ADVÍNCULA, T.; COSTA, C. A. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 261-267, 2015.

OLIVEIRA, F.T.; HAFLE, O.M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J.N.; PEREIRA JÚNIOR, E.B.; ROLIM, H.O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 17-25, 2015

OLIVEIRA, F. T.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; MENDONÇA, L. F. M. Fontes e proporções de materiais orgânicos na germinação de sementes e crescimento de plantas jovens de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 866-874, 2013.

PAIXÃO, M. V. S.; MENEGHELLI, C. M.; MENECELLI, L. A. M.; ZINGER, L.; PAIXÃO, G. P. Substratos no enraizamento de estacas de noni. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 824-827, 2017.

PEREIRA, F. M. P.; USMAN, M.; MAYER, N. A.; NACHTIGAL, J. C.; MAPHANGA, O. R. M.; WILLEMSE, S. Advances in guava propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.39, n.4, p.1-24, 2017.

PONTES FILHO, F. S. T.; ALMEIDA, E. I. B.; BARROSO, M. M. A.; CAJAZEIRA, J. P.; CORRÊA, M. C. M. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaiá. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 788-793, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p. 2017.

TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W.; TOMAZ, Z. F. P.; MAYER, N. M. A. Enraizamento de Miniestacas a partir de Ramos Herbáceos de Porta-Enxertos de Pessegueiro, em Diferentes Substratos. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 18-22, 2015.

VITTI, K.A.; LIMA, L.M.; MARTINES FILHO, J.G. Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 2, p.1-11, 2020.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 1, p. 137-142. 2007.