



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA**

DISSERTAÇÃO

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA
(*Psidium guajava* L.) CULTIVARES SÉCULO XXI E PALUMA**

JUSSARA CRISTINA FIRMINO DA COSTA

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA
(*Psidium guajava* L.) CULTIVARES SÉCULO XXI E PALUMA**

JUSSARA CRISTINA FIRMINO DA COSTA

Sob a Orientação da Professora
Rejane Maria Nunes Mendonça

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Areia, PB
Julho de 2015

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

C837e Costa, Jussara Cristina Firmino da.

Enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivares século XXI e paluma / Jussara Cristina Firmino da Costa. - Areia: UFPB/CCA, 2015.

136 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

Bibliografia.

Orientadora: Rejane Maria Nunes Mendonça.

1. Goiabeira – Produção de mudas 2. Estacas de goiabeira – Enraizamento 3. Psidium guajava L. I. Mendonça, Rejane Maria Nunes (Orientadora) II. Título.

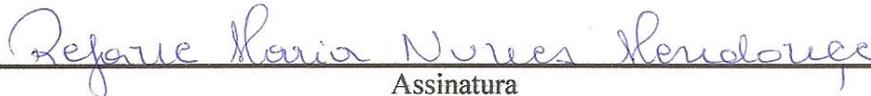
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.)
CULTIVARES SÉCULO XXI E PALUMA**

AUTOR: JUSSARA CRISTINA FIRMINO DA COSTA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:



Assinatura

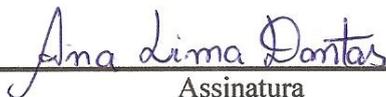
Rejane Maria Nunes Mendonça, Dra., DFCA/CCA/UFPB

(Orientadora)



Assinatura

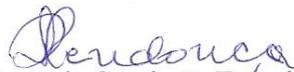
Walter Esfrain Pereira, Dr., DCFS/CCA/UFPB



Assinatura

Ana Lima Dantas, Dra., PNPd/CNPq

Data da realização: 24 de julho de 2015.



Presidente da Comissão Examinadora

Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça

Orientadora

*Você é um espelho que reflete a imagem do Senhor, não chore se o mundo ainda não notou, já
é o bastante Deus reconhecer o seu valor;
Você é precioso, mais raro que o ouro puro de ofir, se você desistiu Deus não vai desistir, ele
está aqui pra te levantar se o mundo te fizer cair.*

Anderson Freire

Aos que amo, incondicionalmente...

Ao Deus que tanto fez e faz por mim;

Aos meus pais Inácio e Jandira;

Ao meu marido Flaviano;

Aos meus irmãos Ivan, Iranildo, Ivonaldo e Janilma;

Aos meus sobrinhos Aninha, Eduarda, Gabriel, Gabriela, Isaac e Ian;

Ao meu cunhado e cunhadas Juscelino, Fabiana e Damares;

E a todos que torceram por mim, nessa longa jornada!

Carinhosamente dedico.

Por vezes, senti o corpo fraquejar, me estendeste tua mão e me ergueste; por vezes, me deste coragem para prosseguir. Sempre esteve comigo, soube de meus medos, fortaleceu meus sonhos, vigiou meus passos e me colocou no colo. Sempre presente nos amigos, nos mestres e nos pensamentos. Mais uma etapa de vida se encerra, mais um ciclo se fecha. Acaba aqui uma caminhada diária de dois anos em que tive a oportunidade de vivenciar alegrias e tristezas. E nessa caminhada tive a tua presença constante, me apoiando e orientando. Palavras são incapazes de expressar a gratidão que existe em meu coração por todo bem que me fizeste e ainda fará. Sempre me acompanhando, ajudando, amparando e graças a ti é que hoje estou aqui juntamente com meus familiares e amigos de jornada, comemorando mais essa conquista. E com a certeza de que nunca vais me desamparar na caminhada futura. Sem ti, nada sou e nada poderei.

DEUS, a ti agradeço tudo!

AGRADEÇO...

A Professora e orientadora Rejane Mendonça, pelo olhar receptivo, amizade, confiança, conselhos, dedicação e “puxões de orelha” que foram necessários para eu pudesse adquirir a sabedoria e conhecimento, os quais hoje sou detentora;

Ao professor Walter Esfrain e Francisco Thiago, pela valiosíssima contribuição nas análises estatísticas e pela dedicação, de ambos, em me ajudar, sem hesitar em nenhum momento;

Aos membros da banca, Professor Walter Esfrain, Professora Rejane Mendonça e Dra. Ana Lima, pelas valiosas contribuições;

Aos meus queridíssimos amigos Leandro, Graça, Juliana, Lucimara e Luciana que foram de um carinho imensurável, não me desamparando em momento algum, se mostrando disponíveis em todos os momentos que necessitei;

Aos meus amigos que dividiram sorrisos e lágrimas nesta caminhada Marciene, Demétrius, Fabíola, Nicholas, Thalita, Katia Oflía e Flânilde;

Ao meu querido e eterno amigo Napoleão Beltrão (*in memoriam*) que foi meu guia na busca por conhecimento, sabedoria e ousadia para superar as adversidades da vida;

Aos professores Silvanda Melo, Ítalo Aquino, Jacob Souto, Adriana, Walter Esfrain, Roseane Santos e Riselane Lucena, pelos muitos ensinamentos concedidos e pelas gargalhadas em sala e fora dela;

A Jandira e Josinaldo que fazem parte do Laboratório e Viveiro de Fruticultura, e que estiveram ao meu lado desde o princípio dessa jornada;

Aos que sempre estiveram dispostos a me ajudar: Jefferson, Élica, Edson, Tulio;

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba;

Aos que fazem parte do PPGA/CCA, no nome de Eliane Araújo e Luciana Cordeiro, as quais sempre se mantiveram prestativas e demonstraram um grande carinho comigo;

Ao Sr. Aguinaldo dos Santos, proprietário da fazenda Jaguarema, por disponibilizar as plantas para coleta das estacas do cv. Século XXI;

A Gerciane pelo apoio, pois foi fundamental a sua parceria, simpatia e conhecimento para a realização do experimento;

Ao Professor Lourival, proprietário da fazenda macaquinhos, por abrir as portas de sua propriedade, para coleta das estacas do cv. Paluma, a sua parceria e simpatia foram de grande importância;

A CAPES pela concessão da bolsa;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho.

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivares Século XXI e Paluma**. 2015. 155 f. Dissertação (Mestre em agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2015. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

RESUMO GERAL

Dentre as muitas vertentes que a fruticultura abrange, a produção de mudas tem ganhado grande destaque, por se mostrar como uma alternativa para o aumento do nível de emprego evitando a migração. Contudo, ainda são poucas as informações a respeito das determinações necessárias para a produção de mudas de qualidade. Objetivou-se com esta pesquisa, estabelecer um protocolo para o enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivares Século XXI e Paluma para a produção comercial de mudas. Foram desenvolvidos três experimentos: 1) Enraizamento de estacas de goiabeira „paluma“ em substratos orgânicos sob a ação de indutores de enraizamento; 2) Enraizamento de estacas herbáceas e semilenhosa de goiabeira cultivar Século XXI tratadas com diferentes concentrações de AIB; 3) Uso de AIB no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar Século XXI. Os experimentos foram conduzidos em estufa, localizada no Viveiro de Fruticultura/DFCA/CCA/UFPB. Para tanto, o delineamento experimental adotado em todos foi o inteiramente casualizado, contendo quatro, três e três repetições, respectivamente, com 10 estacas por parcela. No experimento 1 os tratamentos foram constituídos de 5 substratos (S1-25% CAC + 75% CO; S2-75% CAC + 25% CO; S3-50% CAC + 50% CO; S4-100% CO; S5-100% CAC), na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB e RADIMAXI 20[®]. No experimento 2 os tratamentos foram constituídos por seis concentrações de AIB (0,0, 0,0*, 1000, 1500, 2000 e 2500 mg L⁻¹), sendo a dose 0,0 referente a testemunha absoluta (plantada de forma direta sem nenhum tratamento) e a 0,0* a testemunha relativa (imersa em água destilada por 12 horas). No experimento 3 os tratamentos foram constituídos de quatro tempos de imersão na solução de AIB (5, 10, 15 e 20 segundos), com a concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB. Para a caracterização física de substratos orgânicos foram efetuadas cinco formulações: S1) 25% CAC + 75% CO; S2) 75% CAC + 25% CO; S3) 50% CAC + 50% CO; S4) 100% CO; S5) 100% CAC. Às mudas foram avaliadas quanto as: Estacas enraizadas (%), Estacas enraizadas sem folha (%), Estacas vivas sem raiz (%), Estacas com calo (%), Brotação (%), Retenção foliar (%), Mortalidade (%), Número de raízes, Comprimento das raízes (cm), Massa fresca da parte aérea (g), Massa seca da parte aérea (g), Massa fresca da raiz (g) e Massa seca das raízes (g). Na análise física de substratos foram avaliados: Densidade seca (Ds); Porosidade total (PT); Espaço de aeração (EA); Água facilmente disponível (AFD); Água tamponante (AT); Água disponível (AD); e Água remanescente (AR). Para as condições estudadas, conclui-se que no experimento 1 o substrato com formulação 25% Casca de arroz + 75% Composto orgânico (S1) proporciona um maior percentual de enraizamento, calo, brotação e massa seca da raiz, enquanto reduz a proporção de mortalidade das estacas e zera o percentual de estacas viva sem raiz, sendo, indicado para a propagação de estacas herbáceas de goiabeira „Paluma“, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB; e o Radimaxi 20[®], na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB, promove o aumento da parte vegetativa das estacas e estimula a formação de calos; No experimento 2 a estaca herbácea de goiabeira é a mais indicada para a propagação de mudas de goiabeira cultivar Século XXI; O contraste entre o zero absoluto e o zero relativo não apresenta diferença significativa; e a aplicação de 2500 mg L⁻¹ de AIB proporciona as melhores características quanto à porcentagem de enraizamento, retenção foliar, número de raízes, massa fresca e seca da parte aérea e massa fresca e seca de raízes em estacas herbáceas

da *Psidium guajava* L. 'Século XXI'; No experimento 3 o tempo de imersão da base das estacas, de 5 segundos na concentração de 2000 mg L⁻¹ em AIB, apresenta os melhores resultados no processo propagativo de estacas de goiabeira „Século XXI“. Na análise física concluiu-se que o substrato composto por 50% casca de arroz carbonizada + 50% composto orgânico (S3) apresenta as características físicas mais adequadas, dentre os substratos analisados, pois essa formulação permite um possível suprimento às plantas, caso haja stress hídrico, também possui a melhor característica em relação à densidade seca, que prediz outras características essenciais para a planta;

Palavras - chave: AIB, Estaquia, Radimaxi 20[®], Substrato.

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Rooting cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) cultivars Século XXI and Paluma**. 2015. 155 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2015. Advisor: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

ABSTRACT GERAL

Among the many strands that covers horticulture, seedling production has gained great prominence, by showing I came up as an alternative to increasing the employment level preventing migration. However, it is still little information about the determinations necessary for the production of quality seedlings. The objective of this research, to establish a protocol for rooting cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) cultivars Século XXI and Paluma for the commercial production of seedlings. Three experiment were: 1) Rooting cuttings of guava 'paluma' in organic substrates under the action of rooting inducers; 2) Rooting of herbaceous cuttings and semihardwood guava Século XXI cultivar treated with different concentrations of IBA; 3) Use of IBA in rooting of guava stakes grow „Século XXI“. The experiments were conducted in a greenhouse located in Nursery Fruticultura/DFCA/CCA/ UFPB. Thus, the experimental design adopted in all it was a completely randomized, with four, three and three replicates respectively, with 10 cuttings per plot. In experiment 1 the treatments consisted of five substrates (S1-25% CAC + 75% CO; S2-75% CAC + 25% CO; S3-50% CAC + 50% CO; S4-100% CO; S5-100 % CCS) at a concentration of 2000 mg L⁻¹ IBA and RADIMAXI 20[®]. In experiment 2 treatments consisted of six concentrations of IBA (0.0, 0.0*, 1000, 1500, 2000 and 2500 mg L⁻¹), the dose 0.0 concerning absolute control (planted directly without any treatment) and 0.0* relative to control (immersed in distilled water for 12 hours). In experiment 3 treatments were four immersion times in AIB solution (5, 10, 15 and 20 seconds) with a concentration of 2000 mg L⁻¹ IBA. For the physical characterization of organic substrates Five formulations were made: S1) 25% CCS + 75% CO; S2) CAC 75% + 25% CO; S3) CAC 50% + 50% CO; S4) 100% CO; S5) 100% CAC. The seedlings were evaluated at: rooted cuttings (%), rooted cuttings without leaf (%), living Stakes rootless (%), cuttings with callus (%) sprouting (%), leaf retention (%) mortality (%), number of roots, root length (cm), shoot fresh weight (g), shoot dry mass (g), fresh root mass (g) and dry mass of roots (g). Physical analysis of substrates were evaluated: dry density (Ds); total porosity (PT); aeration space (AS); easily available water (AFD); buffering water (AT); available water (AD); and remainder water (RA). For the conditions studied, it is concluded that in experiment 1 the substrate with formulation 25% rice bark + 75% organic compound (S1) provides a higher percentage of rooting, callus, sprouting and root dry mass, while reducing the proportion of mortality stakes and resets the percentage of live cuttings without roots, being mentioned for the propagation of herbaceous cuttings of guava 'Paluma' at a concentration of 2000 mg L⁻¹ of AIB; and Radimaxi 20[®] at a concentration of 2000 mg L⁻¹ of AIB, promotes the increase in the vegetative part of the cutting and stimulates callus formation; In experiment 2 herbaceous of guava stake is the most suitable for the propagation of guava plants grow twenty-first century; The contrast between absolute zero and the relative zero no significant difference; and the application of 2500 mg L⁻¹ IBA provides the best characteristics in terms of rooting percentage, leaf retention, number of roots, fresh and dry weight of shoot and fresh and dry root in herbaceous cuttings of *Psidium guajava* L. 'Século XXI'; In experiment 3 the immersion time of the cuttings, 5 seconds at the concentration of 2000 mg L⁻¹ IBA presents the best results in the propagation process of guava stakes 'Século XXI'. In physical analyzes it was concluded that the substrate comprises 50% carbonized rice

husk + 50% organic compound (S3) having the most suitable physical characteristics, among substrates tested, as this formulation allows a possible supply to the plants if there is water stress and has the best feature of the dry density, which predicts other characteristics to the plant essences;

Key - words: AIB, Cuttings, Radimaxi 20[®], Substrate.

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA

Tabela 1. Misturas dos substratos orgânicos formulados a partir de casca de arroz carbonizada (CAC), adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico (CO). Areia, PB, 2015.34

CAPÍTULO III - ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) „PALUMA“ EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB AÇÃO DE INDUTORES DE ENRAIZAMENTO

Tabela 1. Misturas dos substratos orgânicos formulados a partir de casca de arroz carbonizada (CAC), adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico (CO). Areia, PB, 201557

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA

Figura 1. Densidade de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC). Areia-PB37

Figura 2. Porosidade total (PT) de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC). Areia-PB39

Figuras 3. Espaço de aeração de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC). Areia-PB41

Figura 4A. Água facilmente disponível de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB43

Figura 4B. Água tamponante de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB44

Figura 4C. Água disponível de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB44

Figura 5. Água remanescente de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB46

CAPÍTULO III - ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) „PALUMA“ EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB AÇÃO DE INDUTORES DE ENRAIZAMENTO

Figura 1. Percentagem de estacas enraizadas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio. 60

Figura 2. Percentagem de estacas vivas sem raiz de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,0001$)	61
Figura 3. Percentagem de estacas de goiabeira cv. Paluma com calo, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,0001$).....	63
Figura 4. Percentagem de estacas de goiabeira cv. Paluma com broto cultivado em substratos preparados com composto orgânicos adicionados proporções de casca de arroz carbonizado (A) e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos. ♦: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0338$).....	65
Figura 5. Retenção foliar em estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.	66
Figura 6. Percentagem de estacas mortas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio.....	67
Figura 7. Número de raízes em estacas de goiabeira cv. Paluma cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos, adicionando proporções de casca de arroz carbonizado (A) e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos. *: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0008$).....	69
Figura 8. Comprimento de raízes de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio.....	70
Figura 9. Massa fresca da parte aérea de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0065$)	71
Figura 10. Massa seca da parte aérea de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0015$)	72
Figura 11. Massa fresca de raízes de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0110$)	73

Figura 12. Massa fresca de raízes de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio..... 73

CAPÍTULO IV - ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEA E SEMILENHOSA DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) CULTIVAR SÉCULO XXI, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB

Figura 1. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) enraizadas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0026$)..... 89

Figura 2. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) enraizadas sem folha de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico). \diamond : significativo a 10% de probabilidade pelo teste F..... 90

Figura 3. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) vivas em raiz de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). \diamond : significativo a 10% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0103$)..... 91

Figura 4. Percentagem de estacas com calo de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) 92

Figura 5. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) com brotação de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0661$)..... 93

Figura 6. Retenção foliar de estacas (herbácea e semilenhosa) de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0058$)..... 94

Figura 7. Percentagem de estacas mortas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) 95

Figura 8. Número de raízes em estacas (herbácea e semilenhosa) de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0177$)..... 96

Figura 9. Comprimento radicular de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico)..... 97

Figura 10. Massa fresca (A) e massa seca da parte aérea (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico)..... 98

Figura 11. Massa fresca (A) e massa seca de raízes (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) 98

CAPÍTULO V - USO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) CULTIVAR SÉCULO XXI

- Figura 1.** Estacas enraizadas (A) e estacas vivas sem raiz (B) de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 113
- Figura 2.** Estacas com calo de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 114
- Figura 3.** Estacas com brotação de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 115
- Figura 4.** Retenção foliar em estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 115
- Figura 5.** Estacas mortas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 117
- Figura 6.** Número de raízes (A) e Comprimento radicular (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 118
- Figura 7.** Massa fresca da parte aérea (A) e Massa seca da parte aérea (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 118
- Figura 8.** Massa fresca da raiz (A) e Massa seca da raiz (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB 119

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
1.1 BIOLOGIA DA GOIABEIRA	7
1.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	9
1.3 CULTIVARES.....	10
1.3.1 CULTIVAR SÉCULO XXI.....	11
1.3.2 CULTIVAR PALUMA	12
1.4 PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DA GOIABEIRA	13
1.5 REGULADOR DE CRESCIMENTO	15
1.5.1 ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB).....	16
1.5.2 PRODUTOS COMERCIAIS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS	18
1.6 SUBSTRATO	19
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.	31
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1 PREPARO DO SUBSTRATO.....	34
2.2 ANÁLISE FÍSICA DOS SUBSTRATOS	34
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 DENSIDADE SECA.....	37
3.2 POROSIDADE TOTAL.	39
3.3 ESPAÇO DE AERAÇÃO.	40
3.4 ÁGUA FACILMENTE DISPONÍVEL, ÁGUA TAMPONANTE E ÁGUA DISPONÍVEL	42
3.5 ÁGUA REMANESCENTE.....	45

3	CONCLUSÃO.....	47
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO III – ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (<i>Psidium guajava</i> L.) ‘PALUMA’ EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB AÇÃO DE INDUTORES DE ENRAIZAMENTO.....		
		51
	RESUMO.....	52
	ABSTRACT.	53
1	INTRODUÇÃO.....	54
2	MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1	LOCALIZAÇÃO DA COLETA DAS ESTACAS	56
2.2	PREPARO DE ESTACAS HERBÁCEAS	56
2.3	VARIÁVEIS ANALISADAS	57
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4	CONCLUSÃO.....	75
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CAPÍTULO IV – ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBACEA E SEMILENHOSA DE GOIABEIRA (<i>Psidium guajava</i> L.) CULTIVAR SÉCULO XXI, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB.....		
		81
	RESUMO.....	82
	ABSTRACT.	83
1	INTRODUÇÃO.....	84
2	MATERIAL E MÉTODOS	86
2.1	LOCALIZAÇÃO DA COLETA DAS ESTACAS.....	86
2.2	PREPARO DE ESTACAS HERBÁCEAS E SEMILENHOSA.....	86
2.3	VARIÁVEIS ANALISADAS.....	87
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	88
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
4	CONCLUSÃO.....	100
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
CAPÍTULO V – USO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (<i>Psidium guajava</i> L.) CULTIVAR SÉCULO XXI.....		
		105

RESUMO.....	106
ABSTRACT.	107
1 INTRODUÇÃO.....	108
2 MATERIAL E MÉTODOS	110
2.1 LOCALIZAÇÃO DA COLETA DAS ESTACAS.....	110
2.2 PREPARAÇÃO DAS ESTACAS HERBÁCEAS.....	110
2.3 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	111
2,4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	112
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	113
4 CONCLUSÃO.....	120
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
CONCLUSÃO GERAL	124
ANEXOS	125

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil vem se consolidando nos últimos anos como o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção estimada de 43 milhões de toneladas em 2011, sendo ultrapassado apenas pela China (215 milhões de ton.) e Índia (87 milhões de ton.). Contudo, quando se refere à goiaba o Brasil foi classificado, em 2013, como o sétimo maior produtor mundial, com área cultivada de 15.034 hectares e uma produção de 349.615 mil toneladas, onde a maior parte desta produção é absorvida pela indústria (FAO, 2012; IBGE, 2013).

A região Nordeste ultrapassou a Sudeste, a principal região produtora no ano de 2010, onde o ranking regional revelou que o Nordeste apresentava (44,3%) seguido do Sudeste (43,5%) Centro-Oeste (6,7%) Sul (3,6%) e por fim, o Norte, com apenas (1,8%). Sendo esse crescimento justificado pela produção Pernambucana que contribuiu para o bom desempenho da região. Contudo, em 2013, a região Sudeste produziu 174.582 toneladas ultrapassando novamente a região Nordeste que produziu 144.711 mil toneladas, seguidas pelo Centro Oeste com 14.837 mil toneladas Sul com 11.420 mil toneladas e Norte com a produção de 4.065 mil toneladas (IBGE, 2013).

Os pomares comerciais brasileiros de goiaba são encontrados em São Paulo, Pernambuco, Rio de Janeiro e Minas Gerais, sendo a produção destinada ao mercado de frutas frescas e ao processamento industrial. Na região Nordeste, o maior produtor é o Piauí, seguido pelo Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. A Paraíba destinou, em 2012, uma área de 451 hectares para plantio, produzindo em média 2.426 toneladas tendo o rendimento médio de 5.379 kg/ha (IBGE, 2012; Cavalini et al., 2015) sendo a maior parte das goiabeiras utilizadas com polpa vermelha, característica que expressa bem a cultivar Paluma, que tem ganhado mercado devido as suas características físicas e químicas, assim como sua aptidão para o consumo como fruta fresca como também para industrialização (SANTOS, 2012).

No entanto, a nova cultivar Século XXI, está sendo introduzida na região. A Século XXI foi lançada em 2003 e é resultado da seleção da planta 8502-01, que é cruzamento entre as cultivares Supreme-2 x Paluma. Segundo Kavati (1997), a „Século XXI“ possui particularidades que superam a produção e o rendimento industrial da cultivar Paluma, e quanto ao consumo, como fruta fresca, ela torna-se apreciável, principalmente devido às sementes serem menos perceptíveis durante a mastigação, uma vez que apresentam tamanho reduzido.

Embora as cultivares Paluma e Século XXI possam ser propagadas sexuadamente, não é uma prática utilizada comercialmente, devido à alta heterogeneidade das plantas, nesse método. A propagação por sementes causa desuniformidade em diversas características nas plantas propagadas e os pomares de goiaba, destinada à produção para a exportação, devem apresentar plantas uniformes e bem formadas, com frutos de qualidade, conforme a exigência do mercado consumidor. Essa uniformidade dos pomares é obtida através de mudas propagadas assexuadamente, em que a planta matriz possa transmitir suas características genéticas à filha (VALE 2008; COSTA et al., 2010).

Dentre os métodos de propagação assexuada, a estaquia é um processo que vem sendo utilizado no Brasil para a produção comercial de mudas, com o intuito de promover a uniformidade das mudas, por manter as características genótípicas das plantas matrizes (SANTANA, 2014).

Porém, para que propagação das mudas ocorra de maneira satisfatória, é necessário que outros fatores sejam analisados, a exemplo do tempo de nebulização, período de realização, sanidade em relação às pragas e às doenças, potencial genético da espécie, percentuais de álcool utilizados nas soluções e a concentração de regulador de crescimento. Esses reguladores podem ser naturais, quando produzidos nas plantas ou sintéticos, quando sintetizados em laboratório, a exemplo do AIB, que é considerada a auxina mais eficiente para essa finalidade, por sua atoxicidade até certas concentrações, estabilidade à ação da luz, maior aderência à estaca e maior resistência ao ataque por ação biológica, de acordo com as concentrações utilizadas (Carvalho 2005; Ronqueti, 2006; Lone, 2010), pois concentrações muito elevadas podem causar inibição do desenvolvimento das gemas, o amarelecimento e a queda de folhas e até mesmo a morte das estacas.

Outro fator é o tipo da estaca, sendo as mais comuns a herbácea e a semilenhosa, pois elas formam a muda com uma maior rapidez, reduzindo o tempo para obtenção do enraizamento e uma maior certeza da homogeneidade das plantas. Estas mudas para obter bons resultados devem estar em contato com substratos que atendam às necessidades de cada cultura (YAMAMOTO et al., 2010; VERNIER, 2013).

Existem diversos substratos disponíveis no mercado para a produção de mudas frutíferas, no entanto, há insuficiência de estudos, com relação ao uso de alguns para a produção de mudas de goiabeira, pois o substrato deverá sustentar as plantas durante todo o processo servindo como fonte de nutrientes criando um ambiente propício para o enraizamento (SCHMITZ et al., 2002; ZIETEMANN, 2007).

Dentre os substratos mais utilizados, a casca de arroz carbonizada, que é detentora de elevada porosidade e resistência à decomposição, sem riscos de falta de oxigênio para as raízes, baixa densidade e alta permeabilidade à água, conferindo ao substrato maior aeração e drenagem. Outro substrato muito utilizado é o esterco de curral curtido na forma de composto orgânico, este pode reduzir os custos de produção, além de ser uma fonte alternativa de nutrientes.

Diante das poucas informações, a respeito do melhor tipo de estaca, concentrações de AIB, tempos de imersão e proporções de substratos para resultados mais satisfatórios na propagação de goiaba, é que se objetivou estabelecer um protocolo para o enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) „Século XXI“ e „Paluma“ para a produção comercial de mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, C. M.; CUNHA, R. J. P.; RODRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas semilenhosas de lichieira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 95-97, 2005.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; MIGUEL, A. C. A. Ponto de colheita e qualidade de goiabas „Kumagai“ e „Paluma“. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, n. 1, p. 64-72, 2015.

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

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation. **Codex Committee on fresh fruits and vegetables**. México City: Comissão del Codex Alimentarius, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/codex/ccffv16/ff16_11e.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2015.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2013. Lavoura Permanente. Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 06 de jul. de 2015.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2012. Lavoura Permanente. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 14 jun. 2014.

KAVATI, R. Cultivares. **In: Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura da Goiabeira**, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP-GOIABRAS, 1997. p. 1-16.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. da S.; ASSIS, A. M. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

RONQUETI, E. C. **Adubação potássica e orgânica na formação da goiabeira no norte fluminense**. 2006. 77 p. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2006.

SANTANA, A. A. **Enraizamento de estacas de goiabeira, cultivar ‘chinesa’, com o uso de ácido indolbutírico, sob câmara de nebulização**. 2014. 29 p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Brasília - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília – DF, 2014.

SANTOS, J. A. dos. **Efeito de regulador vegetal sobre a brotação, florescimento e frutificação de cultivares de goiabeira**. 2012. 46 f. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2012.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D de.; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

VALE, M. R.; CHALFUN, N. N. J.; MENDONCA, V.; MIRANDA, C. S.; COELHO, G. V. A. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, p. 69-74, 2008.

VERNIER, R. M.; CARDOSO, S. B. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**. Avaré. v. 03 n. 02, 2013.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. de S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. de; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. „Século XXI“ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1037-1042, 2010.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 031-036, 2007.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de Mudanças de Goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Diferentes Substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Biologia da goiabeira

A goiabeira pertence à família Myrtaceae, e é originária da região tropical do continente americano, com centro de origem provável, na região compreendida entre o sul do México e o norte da América do Sul (MEDINA, 1988).

A goiabeira foi domesticada há mais de 2.000 anos, porém, foi, em 1526, que o primeiro cultivo comercial foi relatado nas ilhas caribenhas e depois foi difundida por exploradores nas Filipinas e Índia (YADAV, 2006). A espécie tem sido cultivada em outros países sul americanos, bem como nas Antilhas e nas partes mais quentes dos Estados Unidos, Flórida e Califórnia, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais juntamente com a Índia, Paquistão e México. Sua capacidade de dispersão e a rápida adaptação a diferentes ambientes possibilitaram a propagação por amplas áreas tropicais e subtropicais do mundo, sendo considerada como uma praga em algumas regiões (SCOLFARO, 2009; NASCIMENTO, 2010).

A família Myrtaceae também inclui outras plantas agrícolas importantes que rendem produtos econômicos como temperos aromáticos (Cravo-da-índia, Canela, Pimenta-da-jamaica), óleos aromáticos (eucalipto), plantas ornamentais (Murta, Callistemon = bucha-de-garrafa) e várias frutas (jambo, *syzygium malaccense*, cereja de Suriname, ameixa de Java, jambo-do-norte, feijoa e muitas outras) (KWEI e CHONG, 1990; PEREIRA, 1995).

Contudo, entre todos os gêneros da família Myrtaceae, quatro merecem consideração no que diz respeito à importância econômica, *Feijoa*, *Eugenia*, *Mirciaria* e *Psidium* (SANTOS, 2012). O gênero *Psidium* apresenta aproximadamente 150 espécies entre as quais se destaca *P. guajava* L. (goiaba, $2n = 22$), *P. Cattleyanum* Sabine (araçá doce, araçá-de-praia ou araçá-de-coroa) e *P. guineense* Swartz ou *P. araça* Raddali (araçá verdadeiro ou araçá ácido) (MANICA et al., 2000).

O *Psidium* foi descrito como membro da subtribo pimentóide, da família Myrtaceae, apresentando sementes duras ou ósseas, e o cálice dividido em lóbulos na antese (MCVAUGH, 1968). Com exceção de algumas espécies que se difundiram pelo cultivo, a maioria das espécies desse gênero são plantas nativas. A maior diversidade de espécies encontra-se no Centro-oeste e Sudeste, mas também há um bom número na região Norte da

América do Sul, várias nas Índias Ocidentais e algumas, na América do Norte (POMMER, 2006).

A goiabeira é uma planta perene, de porte pequeno a médio, com três a oito metros de altura, possui ramos redondos, tortuosos, com a casca lisa, glabra, delgada, castanho arroxeado claro e, quando mais velhas, desprendem-se em lâminas (FUMIS e SAMPAIO, 2011). Suas folhas são opostas, com formato elíptico-ablongo e caem, após a maturação. Seus ramos do ano direcionam-se paralelamente ou perpendicularmente ao solo e é apenas desses ramos que surgem às inflorescências. Suas flores são brancas, hermafroditas, podendo ser encontradas em botões isolados ou em grupos de dois ou três, dependendo da cultivar, mas sempre na axila das folhas e nas brotações (Gonzaga Neto e Soares, 2001), surgidas em ramos maduros, com androceu formado por numerosos estames (OLIVEIRA, 2012). Seus frutos são bagas que têm tamanho, forma e coloração de polpa variável, em função da cultivar, porém, têm, como característica interna, um mesocarpo de textura firme e quatro a cinco lóculos, cheios por uma massa de consistência pastosa, onde estão numerosas sementes. A frutificação começa no segundo ou terceiro ano após o plantio no local definitivo ou até menos, dependendo se a cultivar foi oriunda de propagação por estaquia e sua floração ocorre entre 71 e 84 dias, após a poda; os botões florais são formados entre 40 a 70 dias após a poda e o pegamento dos frutos ocorre, aproximadamente, 90 dias após a poda (CARVALHO, 2007; QUINTAL, 2013).

O modo reprodutivo de cada espécie é importante para assegurar a perpetuação de seus descendentes e para uma possível adaptação de novos habitats, além de constituir a base para o desenvolvimento dos processos evolutivos naturais das espécies, mostrando-se como um dos principais pilares para manter uma cultura economicamente viável, seja ela através de sementes ou pela propagação vegetativa (QUINTAL, 2013).

A goiaba apresenta sabor e aroma agradável e ocupa posição de destaque entre as frutas tropicais, por apresentar quantidade regular de ácidos, açúcares e pectinas, além de taninos, flavonoides, óleos essenciais, álcoois sesquiterpenoides e ácidos triterpenoides, elementos que fazem desta fruta, uma das mais completas e equilibradas, no que diz respeito ao valor nutritivo, tornando-a uma ótima opção de fruta fresca e industrial (IHA et al., 2008; PEREIRA, 2002).

1.2 Importância Econômica

Detentora de vasta importância no cenário agrícola, a goiaba é uma fruta bastante consumida, na forma fresca. No entanto, a maior parte da produção brasileira é destinada à indústria para a produção de doce, suco, geleia, polpa congelada, entre outros. O processamento de goiaba para obtenção de polpa é uma atividade agroindustrial importante na medida em que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando as perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto fresco (FURTADO et al., 2000).

No cenário agrícola mundial, essa fruta é tida como exótica, por ser comercializada em pequena escala, elevando seu preço no mercado internacional, o que se estende aos seus derivados trazendo certa restrição no mercado (PECHE, 2012), mas de acordo com Pommer Murakami (2006) e Peche (2012), a FAO não tem registro de forma isolada da produção de goiaba no mundo, o que causa divergência quanto à precisão dos dados.

No mercado internacional, a produção mundial de frutas, em 2011, foi representada pela China (215 milhões de ton.) e Índia (87 milhões de ton.) e o Brasil (43 milhões de ton.). Em 2013, a Índia, Paquistão, México, Egito e Venezuela se classificaram entre os maiores produtores mundiais, enquanto o Brasil estava na sétima colocação, com uma produção de apenas 349.615 mil toneladas e uma área cultivada de 15.034 hectares (IBGE, 2013).

Os pomares brasileiros, no que se refere à goiaba, obtiveram, nas exportações da fruta fresca, nos anos de 2007 e 2008, valores de 223.593 e 219.586 kg, que geraram US\$ 458.696,00 e US\$ 418.123,00, respectivamente. Em 2009, totalizou uma produção de 297.377 toneladas da fruta fresca, com uma área colhida de 14.987 hectares. Com relação a 2010 e 2011, a produção brasileira teve uma área cultivada chegando a 1,1 mil hectares, um aumento de 18,6% . Tendo uma produção de 349,6 mil toneladas (FAO, 2012; IBGE, 2013).

Quanto às regiões brasileiras, em 2013, a região Sudeste produziu 174.582 toneladas, seguido da região Nordeste, que produziu 144.711 mil toneladas. A região Centro-oeste 14.837 mil toneladas; a Sul 11.420 mil toneladas e a Norte com a produção de 4.065 mil toneladas (IBGE, 2013). A goiabeira é cultivada em quase todas as regiões, desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão, destacando-se na região Sudeste os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, no Nordeste o destaque é para Pernambuco, Bahia e Paraíba, no Centro-oeste, destaca-se Goiás e na região Sul, o Rio Grande do Sul e Paraná (Pessoa et al., 2009) sendo a produção destinada ao mercado de frutas frescas e ao processamento industrial.

Na região Sudeste, o estado de São Paulo, principal produtor nacional, apresentou um incremento de 10,4% em sua produção para fruto de mesa, no período de 2010-2012, o que está diretamente relacionado à expansão de seu mercado de consumo de fruta fresca, que está condicionada à qualidade dos frutos e à extensão de sua vida útil na pós-colheita. Na região Nordeste, os produtores são o Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Com uma área 451 ha para plantio em 2012, a Paraíba produziu, em média, 2.426 toneladas, tendo o rendimento médio de 5.379 kg/ha (IBGE, 2012; CAVALINI et al., 2015). A maior parte das goiabeiras utilizadas com polpa vermelha (MENDONÇA et al., 2007).

A escolha por produzir a goiaba se justifica, pelo fato de ser uma planta de fácil adaptabilidade, desenvolvendo-se praticamente em todos os tipos de clima e solo. Entretanto, o declínio, nos últimos anos, na área plantada e na produção nacional e regional da goiabeira, principalmente na Região Nordeste está diretamente ligada à propagação de pragas e doenças, a exemplo da incidência do nematoide dos galhos da goiabeira *Meloidogyne mayaguensis*, ocasionando declínio generalizado da produção, por apresentar plantas com sintomas nas raízes e na parte aérea, ocasionando sua morte (Souza et al., 2006; Gomes, 2007; Gomes et al., 2008), e dificuldades no processo de enraizamento (QUINTAL, 2013).

Portanto, é fundamental o desenvolvimento de cultivares adaptáveis e de duplas aptidões, por não haver restrições de segmento, já que esse sistema de dupla finalidade é uma forma de atender aos dois mercados simultaneamente, tornando-se uma alternativa bastante interessante para os produtores, uma vez que os frutos de com características visuais atrativas e palatáveis, dentro do que é exigido pelo consumidor, são destinados ao mercado de fruta fresca, enquanto os frutos com danos físicos e mecânicos são destinados às indústrias para processamento.

1.3 Cultivares

Há uma variedade de espécies do gênero *Psidium* naturais da América Tropical e Subtropicais, entretanto, a mais cultivada mundialmente é a *Psidium guajava* L, por se adaptar bem às regiões de clima tropical, revelando-se como uma espécie muito rústica e considerada a menos exigente de todas as frutas, quanto aos requisitos culturais, pois cresce e frutifica sob condições tão desfavoráveis e se espalha rapidamente, por meio de sua semente, em populações com grande variação genotípica (SANTOS, 2012).

De acordo com Manica et al. (2000), apesar da grande área de plantio da goiabeira, em todo o território brasileiro, as melhores cultivares exploradas no Brasil são o resultado da introdução de material genético melhorado ou que tenha sido propagado através de métodos vegetativos ou assexuais.

A valorização do produto como matéria-prima para a indústria e o aumento de consumo na forma de fruta fresca têm proporcionado mudanças no sistema de produção e de comercialização, tornando necessário o uso de variedades que atendam às exigências do mercado, tanto para mesa quanto para a indústria. A partir dessa necessidade para mercado interno e da indústria, são selecionadas plantas vigorosas e produtivas, com boa adaptação, produtoras de frutos de boa aparência, que apresentem grande valor nutritivo, especialmente ricos em açúcares, sais minerais e vitaminas A e C e com polpa vermelha a exemplo das cultivares Tailandesa, Paluma, Rica, Sassaoka, Pedro Sato, Tailandesa, Cortibel, Século XXI, Brune Vermelha, Guanabara, IAC-4, Ogawa n.º1 Vermelha, Ogawa n.º2, Ogawa n.º3, Pirassununga Vermelha, Pentecostes e Riverside Vermelha, etc. (MANICA et al., 2000; PEREIRA, 2003; POMMER et al., 2006).

Variedades de goiabas destinadas ao mercado externo devem ser preferencialmente, de polpa com coloração branca a exemplo das cultivares Kamagai, Iwao (Carlópolis), Ogawa n.º1 branca, Pedra Branca ou Branca-de-Valinhos e White Selection da Flórida, com aspecto atraente, peso médio e tamanho de acordo com a classificação desejada, além de resistentes ao transporte e armazenamento. Contudo entre as principais cultivares disponíveis aos produtores brasileiros, destacam-se as cultivares Paluma, Rica, Sassaoka, Pedro Sato, Cortibel, Século XXI, que foram desenvolvidas a partir de seleções de produtores ou por instituições de pesquisa em pomares de sementes de polinização aberta (MANICA et al., 2000; POMMER et al., 2006; PEREIRA, 2011; SANTOS et al., 2011; CAMPOS, 2013).

1.3.1 Cultivar Século XXI

A cultivar Século XXI foi lançada em 2003 e é resultado da seleção da planta 8502-01 que é o cruzamento entre („Supreme-2“ x „Paluma“), que apresenta as características de planta e de frutos mais adequadas à utilização como fruta fresca, podendo ser amplamente aproveitada para a industrialização, sendo tão ou mais produtiva que a cultivar Paluma (acima de 30 ton/ha⁻¹), com ramificações de crescimento predominantemente horizontal e de médio vigor, o que pode permitir a implantação dos pomares, utilizando-se espaçamento menor do

que o comumente recomendado para a „Paluma“ que é de 7 x 6 m. Apresenta ciclo precoce, de cerca de 130 dias desde a floração até a maturação dos frutos, comparado com a cultivar Paluma, cujo ciclo é de cerca de 158 dias; os frutos são grandes e ovoides, com pescoço de tamanho reduzido, polpa espessa e róseo avermelhada, com poucas e pequenas sementes (1,3 g/100 sem.), prometendo ser uma excelente opção aos produtores por sua qualidade e produtividade (PEREIRA, 1995; PEREIRA et al., 2003; YAMAMOTO et al., 2010).

O tamanho dos frutos (média de 200 g), o ótimo sabor e o bom aspecto são algumas características importantes para o mercado de fruta fresca, pois goiabas maiores e saborosas são preferidas pelo consumidor e, por isso, alcançam melhores preços no mercado (POMMER, 2006).

Os frutos apresentam firmeza de polpa de 76% acima do mínimo considerado para a seleção de frutos de goiabeira e espessura do pericarpo acima de 160 mm, que confere não apenas boa resistência aos danos mecânicos durante as fases de colheita, classificação, embalagem e comercialização, mas principalmente ótima aparência, apresentando poucas sementes tornando-se menos perceptíveis durante a mastigação e com tamanho reduzido, o que aumenta seu valor na indústria, bem como, qualificando sua apreciação para consumo na forma de fruta fresca (PEREIRA et al., 2003).

A referida cultivar foi introduzida na Paraíba, no ano de 2005, havendo, no momento, um pomar comercial, em Alhandra e outro que está sendo implantado no município de Itapororoca no ano de 2015 (SILVA, G. C., 2015) *.

1.3.2 Cultivar Paluma

A cultivar Paluma foi obtida através de polinização aberta de „Rubi“-„Supreme“, em programa de melhoramento realizado pela UNESP de Jaboticabal, sendo esta cultivar altamente produtiva, vigorosa, de crescimento lateral e com boa tolerância à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.), possui frutos grandes (acima de 200 g, mesmo em plantas não raleadas); bom rendimento, piriformes, pescoço curto e, quando maduros, sua casca é lisa, amarela, firme e espessura variando entre (1,3 a 2,0 cm), coloração avermelhada intensa e alto teor de sólidos solúveis ($\pm 10\%$), o que torna o sabor agradável, tornando essa planta vigorosa

* Gerciane Cabral da Silva (informação pessoal).

e que proporciona boas respostas ao manejo de safra, através da poda, na qual sua produção pode variar entre 80 a 120 kg/planta⁻¹ (PESSANHA, 2011; RAMOS et al., 2011).

Seus frutos são destinados à industrialização, pois possuem características para o processamento; para a elaboração de sucos, compotas e doces em pasta. Entretanto, em razão da qualidade, seus frutos também podem ser consumidos frescos, o que a torna uma opção para a cultura mista (SERRANO et al., 2007).

Existe muitas cultivares de goiabeira, entretanto, pela produtividade e pelas excelentes características de frutos recomenda-se a cultivar Paluma para a renovação ou implantação de novos pomares, por apresentar aptidão mista, com boas características industriais, alta capacidade produtiva, servindo tanto para o consumo fresco quanto para o processamento (NACHTIGAL, 2011).

Segundo Silva et al. (2015) na Região Nordeste do Brasil a cultivar Paluma é bastante utilizada e o Estado da Paraíba é o quarto produtor desse fruto, devido às suas características de dupla aptidão, o que traz uma vantagem para o produtor na hora de vender os frutos, visto que ele alcança melhores preços de mercado.

Na Paraíba, a principal zona de cultivo concentra-se principalmente no Sertão, sendo 70% da colheita advinda dos Municípios de Condado, Patos, Sousa, Cajazeiras, Cachoeira dos Índios, São João do Rio do Peixe, Uiraúna, Santa Helena, Triunfo e Várzea da Ema, sendo este último o pequeno distrito de Santa Helena, onde são cultivados 22 hectares de goiabas 'Rica' e 'Paluma' (LOPES, 2010).

1.4 Propagação assexuada da goiabeira

A propagação de plantas possui importância fundamental para a perpetuação das espécies e, quando relacionamos esse fator à goiabeira, vemos que tem havido nas últimas décadas, um grande avanço, pois passou de pomares oriundos de sementes, para a clonagem através da propagação vegetativa, buscando dessa forma reduzir a heterogeneidade dos pomares constituídos de plantas oriundas de sementes, utilizando a propagação vegetativa, para selecionar e fixar características de interesse agrônomo (SANTOS, 2012).

Um dos principais métodos de propagação, a estaquia, é um processo cujas principais vantagens são o curto período necessário para a formação das mudas e a uniformidade genética da planta obtida. Ele é baseado no princípio da regeneração de partes das plantas, as

quais, quando retiradas da planta matriz são capazes de se regenerar e da origem a uma nova planta (SANTANA, 2014).

Segundo Dias (2011), a viabilidade da propagação comercial por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta, além de vários fatores que podem influenciar o enraizamento das estacas, os quais podem ser tanto intrínsecos, relacionados à planta, quanto extrínsecos, ligados às condições ambientais.

Dentre os fatores internos, estão a concentração de reguladores de crescimento que irão variar de acordo com a espécie cultivar e do tipo de estaca desejada, pois, apesar das estacas possuírem uma quantidade de reguladores e inibidores, é necessário que haja um balanceamento. Outros fatores são: a condição fisiológica da planta matriz; a idade da planta; o tipo de estaca; a época do ano para coleta; o potencial genético do enraizamento; a sanidade do material e o balanço hormonal.

Os fatores externos que afetam o enraizamento são principalmente a luminosidade, a temperatura, a umidade e o tipo de substrato (Vernier, 2013) e constituem sérios problemas. A busca por técnicas auxiliares são de grande importância, como a utilização dos reguladores de crescimento, que proporcionam uma melhoria do enraizamento.

Dentre os reguladores de crescimento, tem-se as auxinas, que são essenciais no enraizamento, possivelmente por estimularem a síntese de etileno, favorecendo a emissão de raízes. No entanto, para que haja enraizamento faz-se necessário um balanço hormonal, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas, para que haja o processo de iniciação radicular (GONTIJO, 2003).

Para a goiabeira, as estacas retiradas das partes verdes dos ramos de crescimento do ano devem ser preparadas com dois nós e devem medir em torno de 10 cm de comprimento e manter o par de folhas inteiras ou cortadas ao meio no nó superior, retirando-se o par de folhas basais. Logo abaixo do nó da base, deve-se fazer um corte em bisel para aumentar a área de contato com o substrato, facilitando o enraizamento. A presença de folhas no enraizamento de estacas influencia no processo de formação radicular, auxiliando no transporte de substâncias promotoras de enraizamento, já que permitem o fornecimento de carboidratos, por meio do processo fotossintético, possibilitando a divisão e alongamento das células. As estacas devem ser mantidas em locais que permitam uma incidência regular de luz para estimular a fotossíntese, o que aumenta o enraizamento (PEREIRA et al., 1983; COSTA e COSTA, 2003).

Porém, as estacas herbáceas e semilenhosas são mais sensíveis à desidratação, por isso, devem ficar em ambientes com alta umidade como em câmaras de nebulização intermitente. O funcionamento da nebulização deve proporcionar a formação de filme de água sobre a superfície das folhas, impedindo o ressecamento e o excesso de água no substrato.

Segundo Gontijo et al. (2003), a presença de folhas é importante para o enraizamento de estacas de aceroleira e em estacas sem folhas não ocorreu a formação de raízes. De acordo com Hartmann et al. (2002), estacas herbáceas e semilenhosas possuem uma maior facilidade em seu enraizamento por apresentarem menos lignificação em seus tecidos porém, as estacas herbáceas apicais são ricas em flavonoides, o que auxiliam no enraizamento, enquanto os fenóis estão presentes em estacas lenhosas basais, derivado do ácido cinâmico que estão em altas concentrações e que são grandes inibidores do enraizamento.

A formação de raízes adventícias, na estaca, ocorre em resposta ao efeito da lesão sofrida, iniciando a partir daí um processo de cicatrização e regeneração, o qual ocorre através da atividade de células jovens presentes na região lesionada, e que dão origem a uma massa de células parenquimatosas de tecido pouco diferenciado, desorganizado e em diferentes etapas de lignificação, chamada calo (HARTMANN e KESTER, 1990; FACHINELLO et al., 1995; OLIVEIRA, 2002). Na maioria das plantas, a formação de calo e de raízes adventícias são processos independentes, sendo que, sua ocorrência simultânea, deve-se a similaridade das condições favoráveis para ambos (ALVARENGA e CARVALHO, 1983; HARTMANN e KESTER, 1990).

Ainda pode-se classificar essa formação de raízes adventícias de maneira direta ou indireta, onde a formação direta compreende o início das raízes, a partir das proximidades do sistema vascular, típico de espécies de fácil enraizamento e na formação indireta, os primórdios radiculares se iniciam nos tecidos dos calos, evolui para uma conexão com o sistema vascular, característica típica de espécies de difícil enraizamento (SALVADOR et al., 2014).

1.5 Regulador de crescimento

Reguladores vegetais são substâncias naturais ou sintéticas que podem alterar qualquer processo fisiológico das plantas, tais como a emissão de raízes, comprimento de caules, abscisão de folhas e frutos, maturação de frutos etc. e as principais substâncias utilizadas e que

exercem algum tipo de influência sobre as plantas pertencem ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e o ácido abscísico (SANTOS, 2012).

Na produção de mudas por estaquia, o enraizamento difere consideravelmente entre as espécies, podendo ser classificadas em espécies de fácil propagação, espécies com respostas crescentes ao enraizamento e aquelas espécies com resposta pequena ou nenhuma resposta aos estímulos para enraizamento (XAVIER, 2002).

Dependendo da espécie, do estado de maturação, do manejo adequado, do tipo de estaca, do ambiente de enraizamento, da nutrição, do substrato, dos recipientes, da irrigação, do fotoperíodo e dos indutores, algumas substâncias, quando aplicadas no propágulo, podem promover ou inibir a iniciação de raízes adventícias. Isso será de acordo com o tempo de imersão e da concentração (PALÚ, 2013).

Contudo, devido às necessidades de renovação de pomares, a produção de mudas tem tido grande ênfase. Porém, como a propagação por sementes não apresenta tantos benefícios, o investimento em propagação vegetativa vem acontecendo em uma escala crescente, visando a redução no tempo de formação das mudas e a necessidade por expansividade das raízes, considerando-se que alguns produtos sintéticos e comerciais são utilizados com o intuito de aumentar o percentual de enraizamento das espécies.

1.5.1 Ácido Indolbutírico (AIB)

O ácido indolbutírico (AIB) é o regulador mais empregado na propagação vegetativa por estaquia. Possui uma atoxicidade em determinadas concentrações, o que pode vir a causar inibição do desenvolvimento das gemas, o amarelecimento e a queda de folhas e, até mesmo, a morte das estacas, é relativamente estável, possibilitando maior aderência à estaca e maior resistência ao ataque, por ação biológica, de acordo com as concentrações utilizadas (RONQUETI, 2006; LONE, 2010). De acordo com Went (1938), as estacas de hipocótilo de ervilhas com tratamento com auxina, aumentaram o número de raízes, e o AIB a 10^{-4} proporcionou o número máximo de raízes, mas, acima dessa molaridade, houve uma alta toxicidade, impedindo a formação de raízes. E ele ainda salientou que altas concentrações de auxinas induzem um baixo número de raízes, em relação a tratamentos com baixas concentrações.

Além de seu papel na iniciação dos primórdios radiciais, a auxina pode atuar na movimentação de nutrientes em direção ao tecido em formação, interferindo no acúmulo de

outros compostos necessários para o enraizamento, possivelmente por estimularem a síntese de etileno (PIRES, 2013).

Aplicações exógenas de reguladores de crescimento aos propágulos vegetativos, principalmente auxinas, proporcionam maior porcentagem, velocidade e qualidade de enraizamento. Contudo, as concentrações recomendadas variam em função da espécie, do estado de maturação, das condições ambientais e da forma de aplicação, entre outros fatores (BORTOLINI, 2006; HARTMANN et al., 2011).

Segundo Pasqual et al. (2001), é necessário que haja um balanço hormonal endógeno adequado na planta, especialmente entre auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e inibidores, pois a capacidade de enraizamento depende do equilíbrio entre essas substâncias promotoras e inibidoras que, de maneira geral, é bastante variável entre as espécies (Hartmann e Kester, 1990; Fachinello et al., 1995), podendo resultar em efeitos sinérgicos ou antagônicos de acordo com a quantidade utilizada (Hinojosa, 2000), uma vez que elevados teores de hormônio, na base das estacas promove o enraizamento até determinadas concentrações, que variam de acordo com a cultura e posteriormente a isso, o efeito passa a ser inibitório e a maneira mais comum de promover esse equilíbrio é a aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, a exemplo do AIB (COSTA JR. 2003).

O efeito da aplicação de auxinas sintéticas no enraizamento de estacas de goiabeira foi estudado por diversos autores, a exemplo de Pereira et al. (1991) que testaram o enraizamento de estacas herbáceas de cultivares de goiabeira com AIB no mês de novembro e obtiveram um número médio de raízes para a variedade Rica 21,62% e para Paluma 29,03% numa concentração de 2000 mg L⁻¹; e González e Schmidt (1992), que obtiveram 25 % de enraizamento em estacas herbáceas de goiabeira da variedade Kumagai, com a concentração de 1000 mg L⁻¹ de AIB, enquanto estacas não tratadas tiveram apenas 3,37% de enraizamento.

Tavares et al. (1995), utilizando 5 concentrações de AIB, observou aumento de 22% no número das estacas de goiabeira de polpa vermelha enraizadas, com o aumento da concentração que corresponde a 7000 mg L⁻¹ de AIB. Mukhtar et al. (1998), pesquisando a goiabeira, lograram máximo enraizamento (93%) com a aplicação de AIB a 4000 mg L⁻¹. Enquanto Andrade (2001) observou em estacas das goiabeiras Paluma, Pedro-Sato e Ogawa Vermelha, tratadas com 500, 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ de AIB, número de raízes variando entre 2,92 a 9,82 aos 52 dias e 4,79 a 11,69 aos 70 dias.

Yamamoto et al. (2010) verificaram que na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB por 10 segundos de imersão, a aplicação do regulador de crescimento em solução hidroalcoólica

resultou em menor percentual de sobrevivência das estacas de „Século XXI“ (62,5%) e um percentual de enraizamento de 35% , evidenciando que tal resultado pode estar relacionado a uma possível toxidez provocada pela maior absorção de AIB em solução mais concentrada, pois, segundo Fachinello et al. (2005), um fator limitante para ao sucesso do enraizamento é a exposição por um tempo mais prolongado à solução concentrada em álcool, o que pode ocasionar efeitos fitotóxicos, como a inibição do desenvolvimento das gemas, o amarelecimento e a queda de folhas e até mesmo a morte das estacas.

Entretanto, Franzon et al. (2004) verificaram que das diferentes concentrações de AIB (0, 2000, 4000 ou 8000 mg L⁻¹) testadas, apenas 2000 e 4000 mg L⁻¹ apresentaram um maior percentual de sobrevivência, variando em 8,33 e 14,99. Porém, em todas as doses avaliadas, não houve formação de raízes e nem formação de calo na base de estacas de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg).

Segundo Biasi (1996), a dificuldade que algumas espécies e cultivares apresentam na regeneração de raízes inviabiliza, por vezes, processos relativamente simples de propagação vegetativa, a exemplo da estaquia. Distintas formas de aumentar a eficiência de enraizamento de estacas podem ser utilizadas, entre elas estão os estimulantes de enraizamento, como o AIB, que tem proporcionado excelentes resultados em espécies frutíferas e ornamentais.

Embora exista a disponibilidade do produto puro, no comércio, versão de fácil aplicação e com um preço mais acessível, nem sempre é possível a utilização desses reguladores sintéticos, sendo preciso produtos que possam atender às necessidades dos pequenos agricultores, tanto em relação ao custo financeiro como à produção. Contudo, ainda existe a necessidade de estudo mais específico sobre a ação destes produtos lançados no mercado para o enraizamento de estacas.

1.5.2 Produtos comerciais no enraizamento de estacas

Para a otimização do processo de enraizamento de estacas, a utilização de reguladores vegetais sintéticos torna-se um fator limitante para os pequenos produtores, devido ao alto custo financeiro dos produtos. Entretanto, existe a liberação de outros compostos químicos naturalmente no ambiente ou aplicados pelo homem, que também podem influenciar no enraizamento, com a aplicação de alguns nutrientes que são essenciais à emissão das raízes nas estacas, e ainda participam como cofatores de enraizamento, a exemplo do boro e do zinco (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; OLIVEIRA et al., 2010).

Segundo Palú (2013), a adubação de estacas de videira (*Vitis vinifera* L.) com zinco resultou em maior enraizamento e desenvolvimento de raízes, devido possivelmente a um incremento no teor de triptofano, precursor da auxina, do qual o zinco é ativador e a adubação de plantas matrizes de ameixeira (*Prunus salicina* Lind.) com zinco e boro também aumentaram os teores de triptofano nas estacas, favorecendo o enraizamento.

Dentre os produtos disponíveis no mercado, o Radimaxi 20[®] é um fertilizante mineral misto, reforçador radicular, especialmente desenvolvido para a produção de plantas frutíferas, hortaliças, ornamentais em geral, silvicultura e, principalmente, mudas de raízes nuas de seringueira, onde sua formulação é rigorosamente balanceada para promover uma boa nutrição e um essencial fortalecimento do sistema radicular, pois o produto é encontrado na forma de pó solúvel em água e possui a seguinte formulação: Ca (25,6%), S (1,8%), Zn (2,5%), Co (1,5%) e ANA (ácido naftalenoacético), estimulando o enraizamento, facilitando o pegamento e o plantio das espécies, aumentando consequentemente o desenvolvimento e o volume de raízes, tendo como resultado plantas muito mais saudáveis e precoces, além de melhorar o florescimento (MALVEZZI, T., 2015) ¹.

Através de resultados testificados no ensaio de Silva (2007), com estacas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. verificou-se que, de todos os tratamentos utilizados, o único que atingiu o valor máximo (100% de estacas enraizadas) foi o tratamento com Radimaxi 20[®] com a dose de 3000 mg L⁻¹, que, inclusive, foi o que obteve maior média de massa seca de raízes (1,09 g), tendo um valor que difere significativamente dos demais resultados e se destacou, em relação ao número de estacas por broto (3,7) e ainda obteve maior índice de estacas com melhor qualidade.

1.6 Substrato

O substrato exerce grande influência sobre o crescimento e a qualidade da muda a ser produzida, e ele se destina a sustentar as plantas durante o enraizamento e serve de fonte de nutrientes para as plantas, mantendo aquecida a base enquanto promove a umidade, criando assim, um ambiente com luminosidade reduzida e suficientemente aeróbio (HOFFMANN et al., 1996; ALMEIDA et al., 2008).

Um bom substrato deve apresentar aspectos econômicos, sendo o substrato de fácil acesso e baixo valor comercial e respeito ao aspecto ecológico, devendo ser extraído de

¹ Tereza Malvezzi: sócia -gerente da Fertsana especialidades agrícolas LTDA (Informação Pessoal).

resíduos agrícolas ou industriais, com o intuito de evitar o extrativismo e a degradação da natureza. Quanto aos aspectos físicos e químicos, deve ter boa densidade e porosidade suficiente para proporcionar aeração adequada e conseqüentemente apresentar boa drenagem e capacidade de retenção de líquido, de modo satisfatório, para que ocorram também as trocas gasosas e o bom desenvolvimento das raízes, pois, caso não ocorra à correta drenagem, as plantas podem sofrer estresse e eventualmente morrerem. Além disso, é relevante que o substrato seja livre de bactérias, fungos e outros patógenos para garantir a sanidade das plantas, baixo nível de salinidade e boa disponibilidade de nutrientes (HOFFMANN et al., 1996; SILVA e SILVA, 1997; ALMEIDA et al., 2008; MILHEM, 2011).

Existem vários substratos comerciais e outros que podem ser produzidos, a partir de resíduos agroindustriais. Porém segundo Santos et al. (2000), é difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada, sendo a mistura de materiais uma alternativa para melhorar as condições de desenvolvimento das mudas (Santos et al., 2000; Fachinello et al., 2005), principalmente com a utilização de materiais orgânicos, favorecendo as características químicas, físicas e biológicas, criando um ambiente mais adequado para o desenvolvimento das raízes e da planta em sua totalidade (CASAGRANDE JR. et al., 1996).

Alguns desses materiais estão disponíveis regionalmente, propiciando a redução de custos, bem como auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente (ABAD et al., 2001; SCHMITZ et al., 2002; FERMINO, 2003). Os substratos mais comuns observados nos viveiros de produção de mudas são areia, casca de arroz carbonizada, vermiculita, solo e a mistura destes (KÄMPF, 2000).

Existe insuficiência de estudos com relação aos substratos para produção de mudas de goiabeira, o que incentiva a diversidade de compostos que podem ser utilizados como substratos para o cultivo de espécies vegetais, propiciando, em algumas situações, a realização de misturas, para que se possam atingir as melhores condições para a planta, como a ancoragem, manutenção de umidade e drenagem (GRASSI FILHO; SANTOS, 2004).

A composição de casca de arroz carbonizada e composto orgânico são opções a serem utilizadas para enraizamento de goiabeira, haja vista, que eles apresentam boas características físicas, como a porosidade, ancoragem e drenagem, permitindo que as plantas mantenham temperatura e umidade adequadas, favorecendo o enraizamento. Em relação à sua composição, isso dependerá basicamente do recipiente que será utilizado, pois o volume do mesmo é que indicará a possível proporção que se deve fazer uso.

Na avaliação da qualidade de um substrato, além de conhecer as propriedades gerais de seus principais componentes, é necessário determiná-las para cada ingrediente ou mistura em particular (FERMINO, 2002). Segundo Schmitz et al. (2002), materiais com elevada densidade (como é o caso da areia e do solo, quando utilizados de forma isolada ou em grandes proporções dentro da mistura), tornam-se inconvenientes pelo peso excessivo, o que dificulta a manipulação das plantas em recipientes. Segundo Ristow et al. (2009), o uso do substrato adequado garante o estabelecimento do plantio e reduz o tempo de formação da muda.

Evidenciar as características fundamentais para propagação vegetativa via estaquia são necessárias quando o principal objetivo é o estabelecimento de protocolos na produção de mudas goiabeiras „Século XXI“ e „Paluma“, pois permitem que o produtor obtenha mudas vigorosas e com qualidade, o que conseqüentemente irá refletir em plantas que possuam produtividade significativa.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M; NOGUERA, P.; BURÉS, S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study on Spain. **Bioresource Technology**, v. 77, n. 2, p. 197-200, 2001.
- ALMEIDA, E. F. A.; LUZ, P. B. da.; LESSA, M. A.; PAIVA, P. D. de O.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; OLIVEIRA, M. V. C. de. Diferentes substratos e ambientes para enraizamento de mini-ixora (*Ixora coccinea* „Compacta“). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1449-1453, 2008.
- ANDRADE, A. L. de. **Enraizamento adventício de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em função da variedade, condições de luz das plantas matrizes e tratamento das estacas com ácido indolbutírico**. 2001. 85 p. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2001.
- BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.
- BORTOLINI, M. F. **Uso de ácido indolbutírico na estaquia de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.** 2006. 72 f. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BUENO, S. C. S. **Estudos de diversos tipos de propagação da aceroleira (*Malpighia glabra* L.)**, 1995. 76 f. Dissertação. Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- CAMPOS, B. M.; VIANA, A. P.; QUINTAL, S. S. R.; GONÇALVES, L. S. A.; PESSANHA, P. G. de O. Quantificação da divergência genética entre acessos de goiabeira por meio da estratégia Ward-MLM. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35 n. 2, 2013.
- CARVALHO, J. D. V. **Cultivo de Goiaba**. Dossiê técnico. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – 2007.
- CASAGRANDE JR, J. G.; VOLTOLINI, J. A.; HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C. Materiais orgânicos no crescimento de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 3, p. 187-191, 1996.
- CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; MIGUEL, A. C. A. Ponto de colheita e qualidade de goiabas „Kumagai“ e „Paluma“. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, n. 1, p. 64-72, 2015.
- COSTA Jr, W. H. da.; SCARPARE FILHO, J. A.; BASTOS, D. C. Estiolamento da planta matriz e uso de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 25 n. 2. p. 301 – 304, 2003.
- COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da. **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória, Incaper, 341 p. 2003.

DIAS, P. C. **Propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) por estaquia e miniestaquia**. 2011. 110 f. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal. Universidade Federal de Viçosa - Viçosa – Minas Gerais. 2011.

ELLSHOFF, Z. E.; GARDNER, D. E.; WIKLE, C.; SMITH, C. W. **Annotated bibliography of the genus *Psidium*, with emphasis on *P. cattleianum* (Strawberry guava) and *P. guajava* (Common guava), forest weeds in Hawaii**. Cooperative National Park Resources Studies Unit, University of Hawai'i at Manoa, Department of Botany. Technical Report v. 95. p. 102. 1995.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: [s.n.], 2005. 221 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation. **Codex Committee on fresh fruits and vegetables**. México City: Commission del Codex Alimentarius, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/codex/ccffv16/ff16_11e.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2015.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. Porto Alegre: 2003. 89 f. Tese. Programa de Pós Graduação em Fitotecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. **In:** FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R., QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p. 29-37.

FERREIRA, A. G; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. 323 p.

FRANZON, R.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004.

FUMIS, T. F.; SAMPAIO, A. C. Biologia e cultivares. **In:** SAMPAIO, A. C. et al. (Ed.). **Goiaba: do plantio à comercialização**. Campinas, CATI, 2011. p. 1-11. (Manual Técnico, 78).

FURTADO, A. A. L.; CABRAL, L. M. C.; ROSA, M. F.; MODESTA, R. C. D.; PONTES, S. M. Avaliação microbiológica e sensorial da polpa de goiaba tratada termicamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. especial, p. 91-95, 2000.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E. de.; CORRÊA, F. L. de O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M.; TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA, M. S. B. **Goiaba: produção: aspectos técnicos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001. 72 p. (Frutas do Brasil, 17).

GONZÁLEZ, M. G. N.; SCHIMIDT, C. A. P. Estudo do efeito de duas concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 14, n. 3, p. 229-232, 1992.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C. H. Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Eds.) **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 78-91.

HARTMANN, H. T. KESTER, D. E. DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice – Hall, 2011. 915 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagacion de plantas: principios y practicas**. 4. ed. México: Continental, 1990. 760 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, J. R. R. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HINOJOSA, G. F. Auxinas. In: CID, L. P. B. (Ed.) **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 15–53.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N. N. J.; ANTUNES, L. E. C.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; SILVA, C. R. de R. e. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 9 de jul. 2015.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola Municipal, 2012. Lavoura Permanente. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 14 jun. 2014.

IHA, M. S.; MIGLIATO, K. F.; VELLOSA, J. C. R.; SACRAMENTO, L. V. S.; PIETRO, R. C. L. R.; ISAAC, V. L. B.; BRUNETTI, I. L.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N. Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Paraíba, v. 18, n. 3, p. 387-393, 2008.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KWEE, L. T.; CHONG, K.K. **Botany and Cultivars**. In: **Guava in Malaysia – Production, pests and diseases**. Tropical Press: Kuala Lumpur. p. 21-51. 1990.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. da S.; ASSIS, A. M. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H. de.; BATISTA, J. de L.; SILVA, A. B. da. Ocorrência do nematóide *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira (*Psidium guajava* L.) no estado da Paraíba. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2010.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical 6: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 374 p.

MCVAUGH, R. The genera of American Myrtaceae - an interim report. **Taxon**, Michigan, v. 17, n. 4, p. 354-418. 1968.

MEDINA, J. C. **Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2.ed. rev. ampl. Campinas: ITAL, 1988. p. 1-120. (Série Frutas Tropicais, 6).

MENDONÇA, V. NETO, S. E. de A.; HAFLE, O. M.; J MENEZES, O. B.; RAMOS, J. D. Florescimento e frutificação de mangueira com uso de paclobutrazol, ethephon e nitrato de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 265-269, 2001.

MILHEM, L. M. A. **Ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaquia**. 2011. 68 p. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2011.

MUKHTAR, A.; IFTIKHAR, A.; LAGHARI, M.H.; HYDAYATULLAH. Effect of growth regulators on rooting in softwood cutting of guava under mist condition. **Sardah Journal of Agriculture**, v. 14, n. 5, p. 423-425, 1998.

NACHTIGAL, J. C.; MIGLIORINI, L. C. **Recomendações para o Cultivo da Goiabeira no Rio Grande do Sul**. Pelotas, Embrapa: Circular Técnica 110, 2011.

NASCIMENTO, R. J. **Potencial antioxidante de resíduo agroindustrial de goiaba**. 110 f. 2010. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Recife – PE. 2010.

OLIVEIRA, I. P. de.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. de.; LIMA JÚNIOR, A. F. DE.; ROSA, S. R. A. da. Cultivo da goiabeira: do plantio ao manejo. **Revista Faculdade**, Montes Belos, v. 5, n. 4, 2012.

OLIVEIRA, M. C.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, A. F.; RAMOS, J.D. Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 337-344, 2010.

PALÚ, E. G.; KRAUSE, W.; BATAISITTI, M.; SANTOS, P. R. J.; AUGUSTO NETTO, M. Doses de fertilizante mineral misto e diferentes recipientes no enraizamento de estacas de maracujazeiro amarelo. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 735-743, 2013.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de. R. e **Fruticultura Comercial**: Propagação de Plantas Frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137 p.

PECHE, P. M. **Produção de mudas de goiabeira em sistema hidropônico e convencional**. 2012. 54 f. Dissertação. Universidade Federal de lavras, Lavras – MG. 2012.

PEREIRA, F. M. **A cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Funep, 1995. 47 p.

PEREIRA, F. M.; CARVALHO, C. A.; NACHTIGAL, J. C. Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 25, n. 3, p. 498-500, 2003.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Goiabeira. **In**: BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**, ed. Viçosa, UFV. 2002. p. 267-289.

PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; BANZATTO, D.A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em câmaras de nebulização. **Revista Científica**, v. 11, n. 2, p. 239-244. 1983.

PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares 'Rica' e 'Paluma', em câmara de nebulização. **Revista Científica**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.

PEREIRA, F. M.; RYOSUKE, K. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 33, n. 1, ed. especial. p. 92-108, 2011.

PESSANHA, P. G. O. **Pré melhoramento da goiabeira (*Psidium guajava* L.) visando ao desenvolvimento de culturas adaptadas ao norte e noroeste fluminense**. 2011. 103 p. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes - RJ, 2011.

PESSOA, W. R. L. S.; LOPES, A. L.; COSTA, V. S. O.; OLIVEIRA, S. M. A. de. Efeito do tratamento hidrotérmico associado a indutores de resistência em pós-colheita de goiaba. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 85-90, 2009.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, G. Ácido indolbutírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 3, p. 393-399, 2013.

POMMER, C. V.; MURAKAMI, K. R. N.; WATLINGTON, F. Goiaba no mundo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 22-26, 2006.

QUINTAL, S. S. R. **Melhoramento da goiabeira *Psidium guajava* via metodologia de modelos mistos**. 2013. 193 f. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, 2013.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; SILVA, A. C. da.; SOUZA, M. E. de.; SOUZA, A. P. de.; FRAGOSO, A. M. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira „Paluma“. **Semina**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 909-918, 2011.

RISTOW, N. C.; ANTUNES, L. E. C.; WULFF, S. M.; TREVISAN, R.; CARPENEDO, S. Crescimento de plantas de mirtilo a partir de mudas micropropagadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 210-215, 2009.

RONQUETI, E. C. **Adubação potássica e orgânica na formação da goiabeira no norte fluminense**. 2006. 77 p. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2006.

RUEHLE, G.D. El cultivo de la guayaba en la Florida. **Agricultura Tropical**, Trinidad, v. 10, n. 20, p. 555-564. 1964.

SALVADOR, T. de L.; SALVADOR, T. de L.; LEMOS, E. E. P. de, BARROS, P. G.; CAMPOS, R. da S. Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona squamosa* L.) com ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, edição especial, p. 310-314, 2014.

SANTANA, A. A. **Enraizamento de estacas de goiabeira, cultivar ‘Chinesa’ com o uso de ácido indolbutírico, sob câmara de nebulização**. 2014. 29 p. Trabalho de conclusão de curso de Agronomia – Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2014.

SANTOS, C. A. F.; CORRÊA, L. C.; COSTA, S. R. Genetic divergence among *Psidium* accessions based on biochemical and agronomic variables. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.11, n.2, p.149-156, 2011.

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. A. dos. **Efeito de regulador vegetal sobre a brotação, florescimento e frutificação de cultivares de goiabeira**. 2012. 46 f. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2012.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D de.; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SCOLFARO, F. P. **Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas ‘kumagai’**. 2009. 60 f. Dissertação. Universidade Agrônomo de campinas – IAC. Campinas, 2009.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. de M.; MARTINS, M. V. V.; TARDIN, F. D. Goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 785-792, 2007.

SILVA, A. P. R. B.; CASTILHO, R. M. M. de.; EBERLIN, C. B. V. T. Uso de promotores de enraizamento em estacas de *Hibiscus rosa-sinensis*. **In:** 19 Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2007.

SILVA, F. S. C.; SILVA, S. P. C. O substrato na cultura de orquídeas, sua importância, seu envelhecimento. **Revista Orquidário**, v. 11, n. 1, p. 3-10. 1997.

SOUBIHE SOBRINHO, J. **Estudos básicos para o melhoramento da goiabeira** (*Psidium guajava* L.). 1951. p. 166. Tese. ESALQ. São Paulo, 1951.

TAVARES, M. S. W.; KERSTEN, E.; SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995.

VERNIER, R. M.; CARDOSO, S. B. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**. Avaré. v. 3 n. 2, 2013.

WENT, F. W. Synergistic factors other than auxin affecting growth and root formation. **Plant Physiology**. v. 13, p. 55-80, 1938.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: Princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 64 p.

YADAV, A. K. **Guava**. Fort Valley State University Agricultural Research Station. 2006. <http://www.ag.fvsu.edu/publicat/commoditysheets/fvsu003.htm>. Acesso em: 14 dez. 2014.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. de S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. „Século XXI“ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 40, n. 5, 2010.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Caracterização física de substratos orgânicos utilizados para o enraizamento de estacas de goiabeira**. 2015. 155 f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2015. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

RESUMO

Para obtenção de uma muda de qualidade o substrato é um fator determinante, devendo este abranger aspectos econômicos, ecológicos, físicos e químicos, proporcionando uma maior sustentação durante o enraizamento das plantas e mantendo a base aquecida enquanto promove umidade suficiente, permitindo aeração e proporcionando um ambiente sem luminosidade. Portanto, objetivou-se com este experimento caracterizar fisicamente substratos orgânicos, de forma a subsidiar a escolha da mistura que poderá ser utilizada para o enraizamento de estacas de goiabeira. Para tanto, a casca de arroz carbonizada (CAC), adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico (CO) obtido pela compostagem de resíduos orgânicos (materiais de limpeza do pomar: galhos, gramíneas, folhas e dentre outras) e esterco bovino. Foram formuladas no total cinco proporções: 1) 25% CAC + 75% CO; 2) 75% CAC + 25% CO; 3) 50% CAC + 50% CO; 4) 100% CO; 5) 100% CAC; nas quais foram avaliados a densidade seca (Ds); Porosidade total (PT); Espaço de aeração (EA); Água facilmente disponível (AFD); Água tamponante (AT); Água disponível (AD); Água remanescente. O substrato composto por 50% casca de arroz carbonizada + 50% composto orgânico (S3) apresenta as características físicas mais adequadas, dentre os substratos analisados, pois essa formulação permite um possível suprimento às plantas caso haja stress hídrico e possui a melhor característica em relação à densidade seca, que prediz outras características essenciais para a planta.

Palavras-chave: Análise Física, Casca de Arroz Carbonizado, Composto Orgânico, Enraizamento.

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Physical characterization of organic substrates used for rooting cuttings of guava.** 2015. 155 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2015. Advisor: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

ABSTRACT

To obtain a quality change the substrate is a determining factor, which must encompass economic, ecological, physical and chemical aspects, providing greater support for the roots of the plants and keeping the heated base while promoting enough moisture, allowing aeration and providing a without ambient light. Therefore, the aim with this experiment physically characterize organic substrates, in order to support the choice of mixture that can be used for rooting cuttings of guava. To this end, carbonized rice husk (CAC), acquired from a family business and the organic compound (CO) obtained by composting organic waste (Orchard cleaning materials: twigs, grasses, leaves and so forth) and cattle manure. They were formulated in all five ratios: 1) 25% CAC + 75% CO; 2) 75% CAC + 25% CO; 3) + CAC 50% 50% CO; 4) 100% CO; 5) 100% CAC; where were evaluated the dry density (Ds); Total porosity (PT); Aeration space (AS); Easily available water (AFD); Buffering water (AT); Available water (AD); Remaining water (AR). The substrate composed of 50% rice hulls + 50% organic compound (S3) features the most appropriate physical characteristics, among the substrates analyzed, as this formulation allows a possible supply to the plants if there is water stress and has the best feature in relationship the dry density, which predicts characteristics other essences for the plant.

Key words: Physical analysis, Carbonized rice husk, Organic Compound, Rooting.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e, conseqüentemente, o aumento do consumo, a geração de grandes quantidades de resíduos é uma constante, muitos deles aptos de reutilização ou reciclagem promovendo benefícios ao meio ambiente, devido à redução da contaminação e a preservação dos recursos naturais. O setor agrícola tem apresentado grande capacidade de aplicação desse material, devido ser uma importante fonte geradora de subprodutos ou resíduos, cujo reaproveitamento pode ocorrer no próprio segmento produtivo (SCIVITTARO et al., 2007).

A geração de substratos agrícolas vem se acentuando nos últimos anos e buscando atender às demandas crescentes dos setores de produção de mudas. Nesse contexto, para obtenção de mudas de qualidade, o substrato é um dos fatores determinantes e deve apresentar aspectos econômicos, ecológicos, físicos e químicos, além de ser livre de bactérias, fungos e outros patógenos para garantir a sanidade das plantas, baixo nível de salinidade e boa disponibilidade de nutrientes (SILVA e SILVA, 1997).

O substrato tem como função a sustentação das plantas durante o enraizamento, mantendo a base aquecida enquanto promove uma umidade suficiente, permitindo aeração e criando, desse modo, um ambiente com luminosidade reduzida, o que pode melhorar tanto a porcentagem de enraizamento, como a qualidade das estacas enraizadas, com destaque para o uso de substratos mais adequados e que proporcionem maior enraizamento, melhor distribuição e conformação das raízes. Portanto, diversos compostos podem ser utilizados como substratos para o cultivo de espécies vegetais, mas é difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada (FAVALESSA, 2011).

Os elementos mais frequentemente usados como substrato para promoção do enraizamento é a vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão, turfa, serragem e diversas formulações (SILVA, 2012). No entanto, o custo elevado e a dificuldade de aquisição de alguns, a exemplo da vermiculita, exige que o produtor busque alternativas que mantenham as necessidades básicas para o enraizamento, mas com baixo custo. Outra dificuldade é a distância entre as empresas produtoras, o que encarece o custo com transporte, limitando a aquisição do produto, principalmente para o pequeno viveirista. Contudo, a utilização de materiais presentes na região de produção, que possuam fácil disponibilidade e principalmente que minimizem os custos, pode ser utilizada para a realização de misturas que

venham atingir as necessidades químicas e físicas para o enraizamento e crescimento das plantas (GRASSI FILHO, 2004; FERNANDES, 2005).

A casca de arroz carbonizada e o composto orgânico são alternativas que podem ser utilizadas na região, por apresentarem menor custo e maior facilidade de aquisição, pois segundo a Conab (2013), a região Nordeste obteve o 3º lugar na produção de arroz, favorecendo o montante do seus resíduos, correspondem a aproximadamente 20% do peso dos resíduos, por possuírem baixa densidade e peso específico, além de lenta biodegradação, permanecendo em sua forma original por longos períodos de tempo apresentando boas características físicas como a porosidade e drenagem, permitindo, assim, que as plantas mantenham temperatura e umidade adequadas, favorecendo o enraizamento (HOPPE et al., 2004). No entanto, o composto orgânico pode ser obtido através da compostagem de resíduos da propriedade, tais como resíduos de podas, gramíneas e esterco bovino, além de ser uma ótima alternativa para equilibrar as características físicas da casca de arroz carbonizada, tal como a ancoragem.

Contudo, na avaliação da qualidade de um substrato, não basta conhecer as propriedades gerais de seus principais componentes, é necessário determiná-las para cada ingrediente ou mistura em particular (FERMINO, 2002). Pois, segundo Schmitz et al. (2002), materiais com elevada densidade (como é o caso da areia e do solo, quando utilizados de forma isolada ou em grandes proporções dentro da mistura) tornam-se inconvenientes pelo peso excessivo, o que dificulta a manipulação das plantas nos recipientes, assim como a aeração e a drenagem.

Diante da necessidade do reaproveitamento de materiais, como uma alternativa para melhorar as condições de desenvolvimento das mudas, principalmente com a utilização de materiais orgânicos adquiridos na região, propiciando a redução de custos, bem como auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente, é que se objetivou caracterizar fisicamente substratos orgânicos, de forma a subsidiar a escolha da mistura que poderá ser utilizada para o enraizamento de estacas de goiabeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo do substrato

Os substratos utilizados foram resultado de mistura de outros substratos, sendo a casca de arroz carbonizada (CAC), adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico (CO) obtido pela compostagem de resíduos orgânicos (materiais de limpeza do pomar: galhos, gramíneas, folhas e dentre outras) e esterco bovino do Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/CCA/UFPB). Para as avaliações, os substratos foram formulados conforme descrição na Tabela 1.

Tabela 1. Misturas dos substratos orgânicos formulados a partir de casca de arroz carbonizada (CAC), adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico (CO). Areia, PB, 2015

Substrato	Formulação
S1	(25% CAC + 75% CO)
S2	(75% CAC + 25% CO)
S3	(50% CAC + 50% CO)
S4	(100% CO)
S5	(100% CAC)

2.2 Análise física dos substratos

A análise física dos substratos foi realizada no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB), realizando-se triplicata de cada amostra. As variáveis analisadas foram:

Densidade seca do substrato (Ds)

Na determinação da densidade dos substratos (Ds), utilizou-se o método empregado por Hoffman (1970). Para o cálculo da Ds, foi determinado o teor da matéria seca, através de secagem em estufa a 105 °C, até a estabilização do peso das amostras.

Porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água

A determinação da porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água foi realizada através de unidade de sucção, aplicando as tensões de 0, 10, 50 e 100 hPa, conforme De Boodt e Verdonck (1972). Os pontos de baixa tensão da curva de retenção foram obtidos por meio de uma unidade de sucção composta por funis de Buckman segundo metodologia proposta por Gauland (1997), pois as curvas de retenção são efetuadas com os valores de umidade volumétrica (UV) obtidos através dos percentuais de água retida em cada tensão. De posse desses dados, foram determinadas as seguintes variáveis:

Porosidade Total (PT)

Corresponde à umidade volumétrica (UV) obtida entre a diferença nas amostras saturadas (0 hPa) e após a secagem em estufa.

Espaço de aeração (EA)

É a diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 hPa.

Água Facilmente disponível (AFD)

Corresponde a umidade volumétrica (UV) encontrada entre os pontos 10 e 50 hPa.

Água tamponante (AT)

É a umidade volumétrica (UV) liberada entre 50 e 100 hPa.

Água disponível (AD)

Volume de água liberado entre 10 e 100 hPa.

Água remanescente (AR)

Volume de água que permanece na amostra, após ser submetida à tensão de 100 hPa, equivalente à “água de microporos”, termo descrito por Haynes e Goh (1978).

2.3 Análise estatística

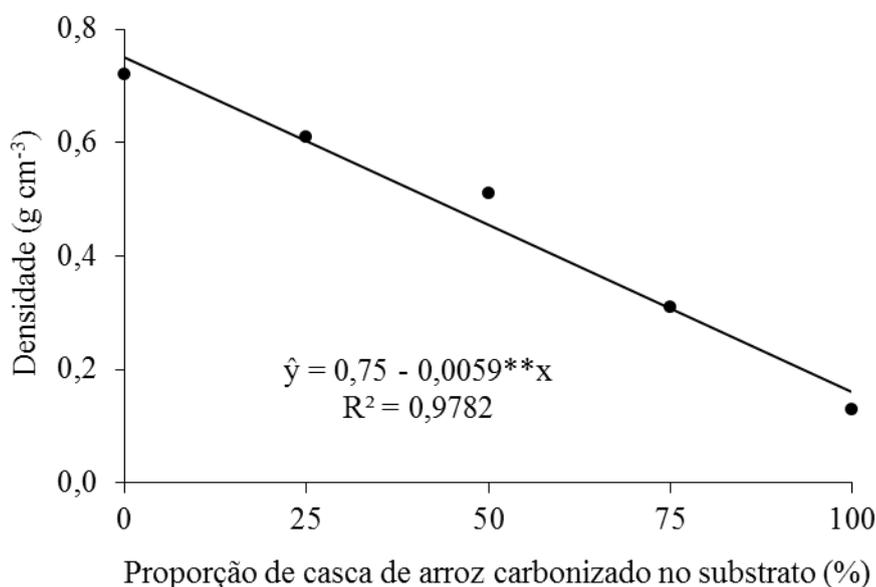
Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão, utilizando o teste F ($p \leq 0,10$), para se verificar o efeito dos tratamentos e o ajuste aos modelos de regressão testados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade Seca

Verificou-se na Figura 1 que os substratos S1 (25% CAC + 75% CO) e S4 (100% CO) possuem valores de 0,61 e de 0,72 g cm⁻³ respectivamente. Isso dificulta a manipulação das plantas, podendo até causar restrição ao crescimento das raízes. Considerando os valores-referência para Ds, recomendados por Conover (1967), que estão entre 0,35 a 0,5 g cm⁻³, enquanto os indicados por Bunt (1973) são 0,4 a 0,5 g cm⁻³.

Em contrapartida, verifica-se que com o aumento da proporção da casca de arroz carbonizada e a diminuição de composto orgânico na composição do substrato, os valores de Ds diminuem, com destaque para o uso de 100% CAC (S5) e 75% CAC + 25% CO (S2), com os respectivos valores 0,13 e 0,31 g cm⁻³ (Figura 1) o que pode acarretar problemas na fixação das plantas e tombamento, favorecendo a dificuldade no enraizamento. Assim, verificando que o substrato 50% CAC + 50% CO (S3) foi o que apresentou a melhor proporção, tendo em vista a referência anteriormente citada.



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 1. Densidade de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC). Areia-PB.

De acordo com Couto et al. (2003), a adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais constitui um importante aliado na melhoria das propriedades físicas do substrato

final, sendo confirmado por Lang e Botrel (2008) que obtiveram maior produtividade em mudas de *Eucalyptus grandis* com a adição de 50% de casca de arroz carbonizada no substrato comercial à base de casca de pinus.

A densidade de um substrato é de grande importância, permitindo prognosticar sobre outros atributos como porosidade, água disponível, espaço de aeração, uma vez que o aumento da variável densidade reduz a porosidade e modifica a relação, propiciando o aumento da ocorrência de restrição ao crescimento das raízes (FERRAZ, 2005; FERREIRA, 2010).

As baixas densidades permitem a utilização de materiais mais densos como condicionadores, demonstrando serem favoráveis quando utilizados para o enraizamento em tubetes (SCHMITZ et al., 2002, FERNANDES, 2013). Nesse contexto, Souza et al. (2014) e Bezerra (2003) relatam a produção de mudas, em bandejas ou recipientes menores, proporcionam custos reduzidos quando comparados com a produção realizada em recipientes maiores. Em contrapartida, mudas produzidas em recipientes menores ou em bandejas, são menores e menos vigorosas do que aquelas produzidas em recipientes maiores, a exemplo dos tubetes, devido este favorecer o crescimento radicular, que é fundamental para uma planta crescer e desenvolver satisfatoriamente.

De acordo com Fernandes (2013), avaliando os substratos formulados com casca de arroz carbonizado, composto orgânico e areia lavada, observou que com a diminuição de areia e aumento de composto orgânico na composição do substrato e casca de arroz carbonizado o valor tido como ótimo de D_s foi $0,599 \text{ g.cm}^{-3}$, valor, este, bem próximo dos encontrados na figura 1, e que segundo a literatura, dificultam a manipulação das plantas e causa restrições ao sistema radicular.

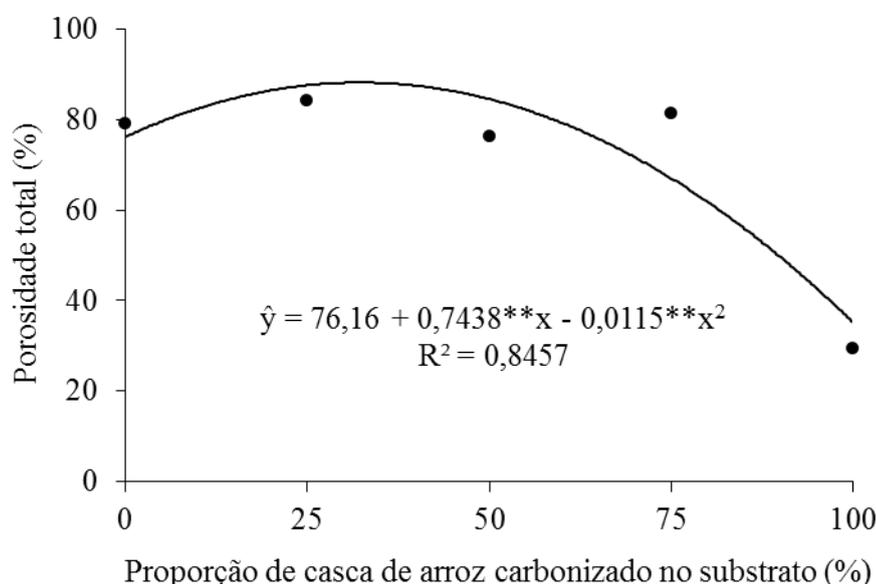
Os valores, ideais, de densidade do substrato podem apresentar inúmeros efeitos benéficos, como promover um maior contato entre o material vegetal e o substrato, reduzir a perda de água do substrato por evaporação, aumentar a ramificação e a formação de raízes secundárias, o que permite que as raízes explorem mais o substrato para absorção de nutrientes e resultem em plantas vigorosas e saudáveis (LIBARDI, 2005).

3.2 Porosidade Total (PT)

A figura 2 apresentou um comportamento quadrático, onde os substratos S1 (25% CAC + 75% CO), S2 (75% CAC + 25% CO), S3 (50% CAC + 50% CO) e S4 (100% CO)

apresentaram valores de porosidade total (PT) aproximados do valor referências, que é de 85% segundo DeBoodt e Verdonck (1972), visando uma melhor aeração, infiltração de água e drenagem, enquanto que o S5 (100% CAC) apresentou valor abaixo do ideal, próximo de 30%, o que é característico de elementos com baixa densidade.

De acordo com Zorzeto (2011), materiais com porosidade baixa podem apresentar problemas de trocas gasosas, movimentação de água e de drenagem, influenciando negativamente sobre o desenvolvimento das raízes e das plantas, ao contrário de misturas com porosidade mais elevada, que podem ser vantajosas para a aeração radicular, mas preocupante pela retenção de água deficiente, já que são os poros de menor tamanho são os responsáveis por essa função de retenção.



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 2. Porosidade total (PT) de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC). Areia-PB.

A PT não faz distinção entre macro e microporos, o que dificulta a escolha do material a ser utilizado, se classificando como um parâmetro pouco informativo, por não especificar o tamanho dos poros, de maneira que o mesmo espaço poroso total pode ser ocupado por diferentes volumes de ar e água, e esse resultado é indicado pelo espaço de aeração e disponibilidade de água, respectivamente, pois a água retida no substrato está diretamente correlacionada com a distribuição dos poros por tamanho de maneira que a compactação do substrato reflete em elevados decréscimos da porosidade total, com destaque para os substratos com partículas menores e com maior desuniformidade do tamanho das partículas

(Scivittaro et al., 2007), se fazendo necessário o uso de outras análises para uma melhor avaliação desse material.

Com base no referencial, acima citado, para substratos, Ferraz et al. (2005) verificaram que a porosidade total de $0,52 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (Produto à base de turfa com 10% de vermiculita) e $0,64 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (Produto à base de turfa) foram inferiores ao recomendado. Contudo, superiores aos obtidos no ensaio de Suguino et al. (2011), que avaliaram a influência do substrato casca de pinus no desenvolvimento de mudas de grumixama, e obtiveram 22,7 % (25% casca de pinus $\leq 0,1 \text{ mm}$ + 75% casca de pinus 0,1 - 4,0 mm) e 12,9% (75% casca de pinus $\leq 0,1 \text{ mm}$ + 25% casca de pinus 0,1 - 4,0 mm).

Farias et al. (2012) obtiveram porosidade total bem próximos do ideal variando de $0,86$ a $0,76 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, para os substratos fibra de acerola e fibra de acerola com fibra de abacaxi, respectivamente, valores bem próximos dos resultados verificados na figura 2.

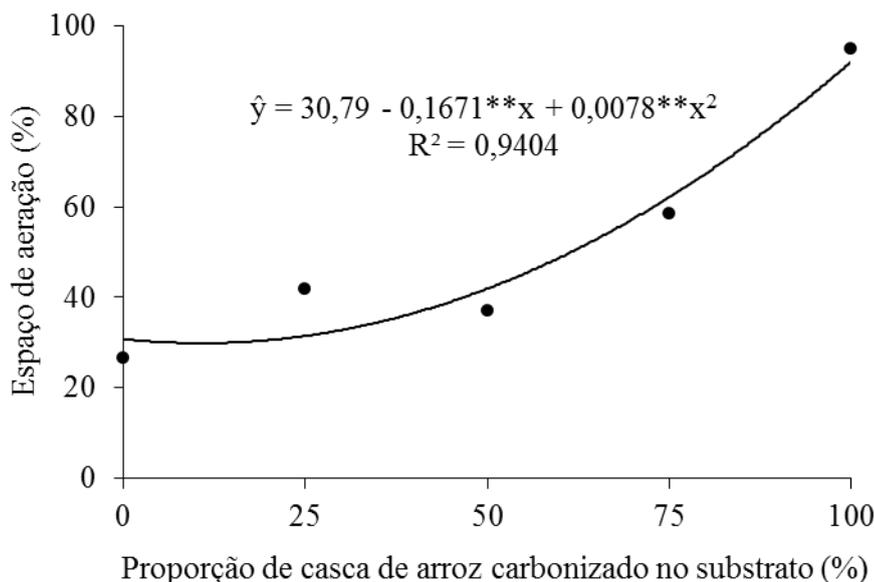
Diferente da condução utilizada no presente experimento, os possíveis resultados negativos podem ser em função da compactação realizada durante o enchimento dos cilindros e o peneiramento das amostras, onde se pode ter feito o descarte de frações maiores das partículas que constituem o material analisado, o que possivelmente contribui para o aumento da porosidade total.

3.3 Espaço de Aeração (EA)

Verificou-se na figura 3, um comportamento quadrático, o qual apenas para o substrato S1 (25% CAC + 75% CO) foi observado um percentual de espaço de aeração dentro de referência, conforme DeBoodt e Verdonck (1972), que indicam um percentual entre 20 e 30%.

Nas demais formulações da figura 3, o espaço de aeração foi superior ao determinado na literatura, a exemplo do S5 (100% CAC), que obteve um percentual de 94,7%, valor similar ao encontrado por Zorzeto (2011), que avaliando rendimento de morangueiro em diversos substratos, constatou que a casca de arroz apresentou valores próximos de 90% de espaço de aeração, inferindo que esta composição pode gerar condições de deficiência hídrica às plantas, especialmente no caso de irrigações pouco frequentes, contrastando dos baixos valores de espaço de aeração, que podem causar falta de oxigênio para o desenvolvimento das raízes.

No experimento de Scivittaro et al. (2007) onde ele avaliou substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais, apenas o Plantmax apresentou valor de 28,3% de espaço de aeração, valor próximo da referência, mas quando utilizou a formulação de esterco de bovino, resíduo da industrialização de frutas e casca de arroz carbonizado ele apresentou um valor de 48,2%, bem acima do ideal.



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 3. Espaço de aeração de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC). Areia-PB.

Quando relacionado ao espaço de aeração, é preferível que os substratos possibilitem maior difusão de oxigênio, baixa resistência à penetração de raízes e melhor estrutura (Souza et al., 1995), devido estar correlacionada à quantidade e tamanho das partículas, o que define a textura do material, desta forma, atribui-se o elevado espaço de aeração, determinado para os substratos testados, à uniformidade e ao tamanho relativamente grande de suas partículas constituintes, favorecendo a formação dos macroporos (PAIVA, 2000).

A necessidade de conhecimento prévio da capacidade de retenção de água de um substrato é importante, pois permite um planejamento mais adequado do manejo da irrigação das culturas, o que é imprescindível para o estabelecimento de um equilíbrio entre a água disponível para as plantas e o espaço de aeração para o desenvolvimento das raízes. Uma vez que o espaço de aeração deficiente e as altas retenções de água podem reduzir ou anular a oxigenação para as raízes (ZORZETO, 2011).

A escolha quanto ao substrato deve ser de acordo com as necessidades da planta e a disponibilidade de irrigação, aeração, luminosidade, etc. e quando analisamos o S4 (100% CO) e S5 (100% CAC), principalmente, vemos que os mesmos não possibilitam boas características para o enraizamento de goiabeira, assim como também não proporcionam uma boa ancoragem e drenagem. Mas devemos considerar que é difícil obter um substrato que atenda todas as necessidades da cultura, o que induz a seleção de algumas características importantes para o crescimento de cada espécie vegetal, a exemplo da drenagem e ancoragem.

O que é confirmado por Ferraz et al. (2005), que afirma que os substratos devem ser escolhidos a partir da necessidade das plantas e da disponibilidade de irrigação, devendo apresentar algumas propriedades físicas próximas ao indicado para determinadas plantas e que essas variem em função da constituição, da granulometria e da compactação do substrato, o que ocorre apenas através da avaliação, por meio de plantas nos diferentes substratos e é possível inferir se as propriedades físicas desses substratos estão adequadas ou não para aquela cultura.

3.4 Água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água disponível (AD)

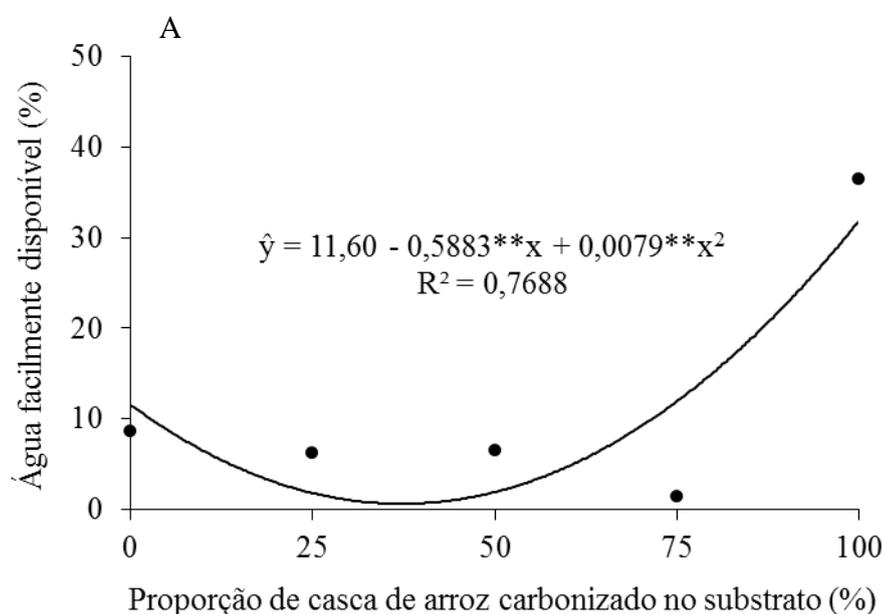
Observou-se que apenas o S5 (100% CAC) obteve um valor de 36,41% (Figura 4A), percentual superior ao ideal, de acordo com De Boodt e Verdonck (1972), que varia de 20 a 30%, diferindo dos demais substratos, apresentados na mesma figura, que se encontraram com valores menores que o recomendado para água facilmente disponível (AFD). Porém, essa é liberada sob baixas tensões, ao que indica que ela é rapidamente perdida, não se constituindo um reservatório de água para as plantas. O substrato S5 (100% CAC), em função dos seus altos percentuais adquiridos, expõe uma necessidade de regas mais prolongadas, o que não é satisfatório para o produtor, visto o aumento nos gastos de produção.

Todos os valores obtidos para a água tamponante se mantiveram abaixo dos valores ideais de 5% indicado por Cattivello (1991) e De Boodt e Verdonck (1972), (Figura 4B). Os substratos que possuem valores ideais ou próximos proporcionariam um possível suprimento hídrico às plantas nele estabelecidas, caso haja estresse hídrico, mas com valores abaixo do indicado, a tendência é que a planta não tenha suprimento, em caso de necessidade, limitando a água de fácil absorção para as plantas.

A água disponível apresentou o mesmo comportamento quadrático que a AFD, onde o S5 (100% CAC) (Figura 4C) obteve um valor de 37,25%, valor superior ao indicado, porém,

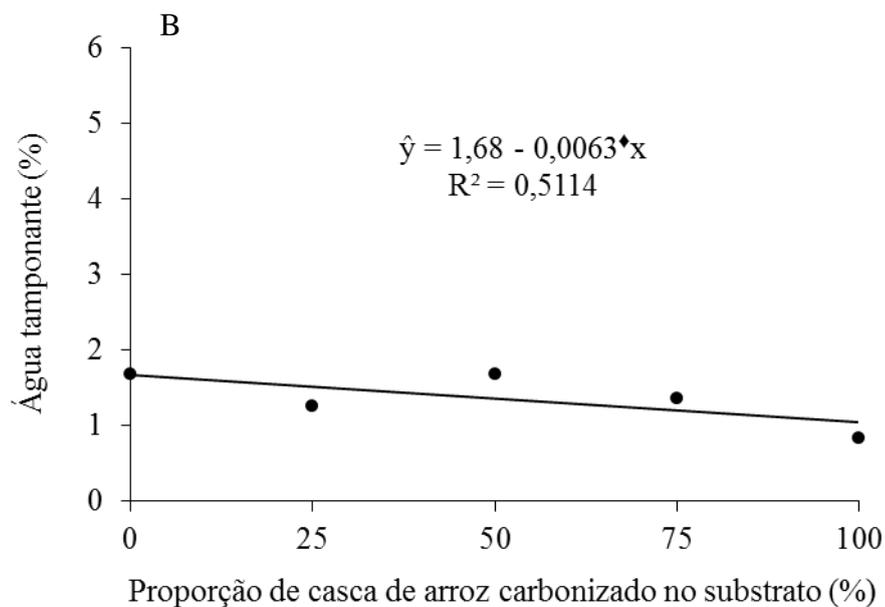
os demais substratos analisados apresentaram valores abaixo do recomendado na literatura (20-30%) (DE BOODT e VERDONCK, 1972).

Considera-se como água disponível (AD) para um substrato o volume de água retido sob tensões de 10 a 100 cm de coluna d'água, o que inclui as frações de água facilmente disponível (AFD – 10 a 50 cm de coluna d'água) e água tamponante (AT – 50 a 100 cm de coluna d'água). Para todas as composições de substratos utilizadas neste trabalho, a água disponível é quase que integralmente constituída pela água facilmente disponível, uma vez que praticamente não apresentou liberação de água entre as tensões de 50 a 100 hPa (Figuras 4A, 4B e 4C).



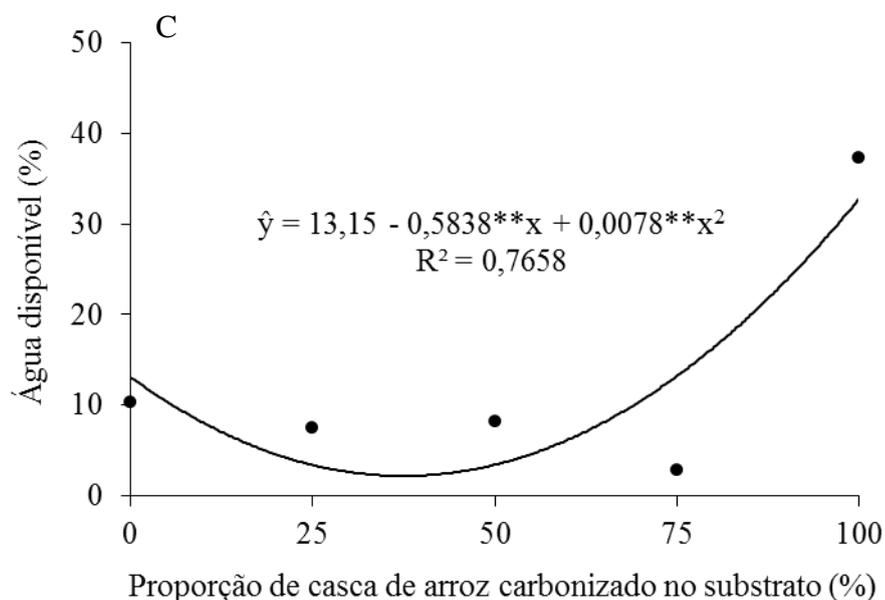
** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 4A. Água facilmente disponível de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB.



\ast : significativo a 10% de probabilidade pelo teste F

Figura 4B. Água tamponante de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB.



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 4C. Água disponível de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB.

Schmitz (2002) verificou que a casca de arroz carbonizada turfa vermelha escarificada, (decomposto de casca de acácia e o solo) apresentou reduzido volume de água disponível, indicando que a disponibilidade de água é um fator de restrição de uso destes materiais como substratos únicos dentro das condições necessárias. A areia apresentou valor de água

disponível dentro da faixa ideal (25%), o que pressupõe que esse material pode garantir elevada disponibilidade de água às plantas.

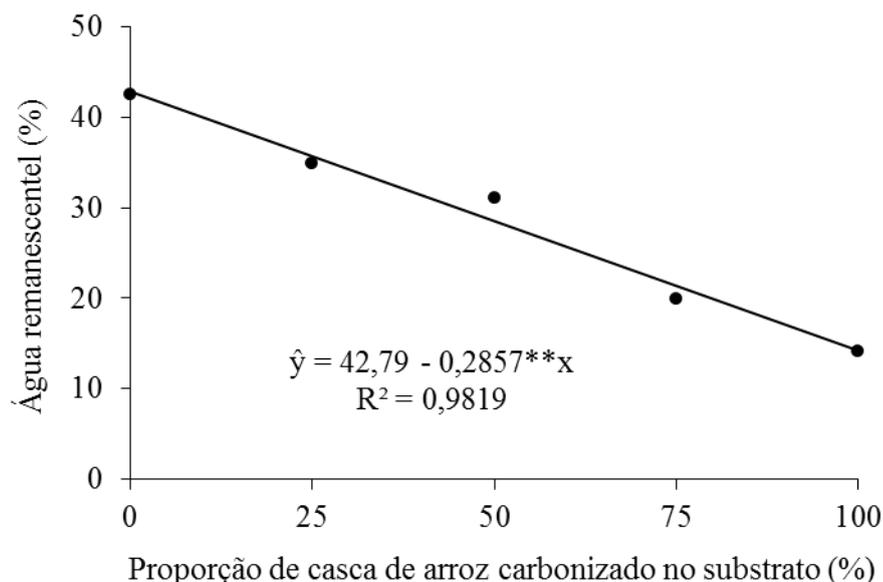
De acordo com Schafer (2004), os substratos que apresentam valores abaixo do recomendado, tanto para água facilmente disponível (25%) quanto para a água tamponante (5%), apresentam limitações quanto ao suprimento adequado de água de fácil absorção para as plantas, indicando que, as regas devam ter durações mais curtas com intervalos de tempo menores.

A diversidade existente nos resultados verificados, neste experimento, assim como na literatura citada, ocorre devido à grande variabilidade quanto à composição, estrutura, tamanho de partículas, dentre outras características que compõem os substratos, o que resulta em efeitos diversos.

3.5 Água remanescente (AR)

Verifica-se, na figura 5, um comportamento linear, onde o S3 (50% CAC + 50% CO) e S4 (100% CO) atingiram valores de 31,09 e 19,95%, respectivamente. Percentuais, que se aproximaram do valor de referência, o qual deve estar entre 20 e 30%, de acordo com De Boodt e Verdonck (1972).

A água remanescente (AR) representa a diferença entre a quantidade de água retida no substrato, sob tensão de 100 cm de coluna d'água e a massa seca do substrato, estando essa presa nas partículas sólidas e não disponível para absorção das raízes, sendo mais frequente a ocorrência em substratos constituídos por alguns tipos de materiais orgânicos, de forma especial a turfa, tendo influência em algumas propriedades, tais como: condutividade elétrica, capacidade térmica e condutividade hidráulica, tendo em vista que a AR não está disponível as plantas (GAULAND, 1997; SCIVITTARO, 2007).



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 5. Água remanescente de substratos preparados com composto orgânico e casca de arroz carbonizado, com as seguintes formulações (S1 - 25% CAC + 75% CO; S2 - 75% CAC + 25% CO; S3 - 50% CAC + 50% CO; S4 - 100% CO; e S5 - 100% CAC), Areia-PB.

Os substratos S1, S2 e S5 não apresentaram disponibilidade dentro do percentual indicado de 20 a 30%, o que proporciona um possível estresse hídrico, sendo esse prejudicado ainda mais pelo gasto de energia, por parte da planta, na busca de suprir a necessidade hídrica. Tal fato é relatado por De Boodt e Verdonck (1972), que afirmam que a água deve estar disponível às plantas, sob baixas tensões, evitando um possível estresse hídrico ou desvio da energia, a qual seria utilizada para o enraizamento e posterior crescimento da planta.

Porém, deve-se considerar que, a retenção de parte da água contida no substrato sob tensões elevadas, pode ser favorável às plantas, minimizando (ou mesmo evitando) o excesso de umidade, quando se consideram substratos com elevada capacidade de retenção de água, sendo uma exceção, o período inicial da fase de enraizamento, em que a condição de umidade elevada é particularmente favorável (SCIVITTARO, 2007).

Devido ao alto valor das mudas formadas, o manejo de irrigação deve objetivar um fornecimento uniforme de ar e água às plantas, evitando alterações bruscas na dotação hídrica dos substratos, durante o desenvolvimento da cultura; devendo-se utilizar um criterioso ajuste da quantidade de água aplicada, adequando as taxas de vazão de água à capacidade de retenção do substrato, o que pode ser conhecida com base nas informações da caracterização física dos mesmos (SILVA et al., 2011).

4 CONCLUSÃO

- O substrato composto por 50% casca de arroz carbonizada + 50% composto orgânico (S3) apresenta as características físicas mais adequadas, dentre os substratos analisados, pois essa formulação permite um possível suprimento às plantas, caso haja estresse hídrico. Possui a melhor característica, em relação à densidade seca, que prediz outras características essenciais para a planta.

5. REFERÊNCIAS

- BEZERRA, F. C. **Produção de Mudanças de Hortaliças em Ambiente Protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003, 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).
- BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, Dordrecht, n. 38, p. 1957– 1965, 1973.
- CATIVELLO, C. Physical properties in commercial substrates and their relationships. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 294, p. 207 – 214, 1991.
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, terceiro levantamento, dezembro 2013. Brasília, DF, 2013. 77 p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_10_16_06_56_boletim_portugues_dezembro_2013.pdf. Acesso em: 14 jul. 2015.
- CONOVER, C. A. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, v. 4, n. 4, p. 1- 4, 1967.
- COUTO, M. A.; WAGNER JÚNIOR, A; QUEZADA. A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 125-128, 2003.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta horticulturae**. Wageningen, v. 26, p. 37 – 44, 1972.
- FARIAS, W. C.; OLIVEIRA, L. L. DE P.; OLIVEIRA, T. A.; DANTAS, L. L. DE G. R.; SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 8, n. 3, p. 01-06, 2012.
- FAVALESSA, M. **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium***. 2011. 60 f. Trabalho de conclusão de curso – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2011.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. **In**: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R., QUAGGIO, J. A. & MINAMI, K. (Coords.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 29-37, 2002.
- FERNANDES, C. **Produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro do grupo cereja cultivado em substratos à base de areia**. 2005. 85 f. Tese - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- FERNANDES, L. F. **Crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro “Cravo” (*Citrus limonia* Osbeck) cultivado em substratos sob doses de nitrogênio**. 2013. 126 f.

Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB. 2013.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientia Agronômica** Maringá, v. 27, n. 2, p. 209-214, 2005.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos a base de turfas sob o uso de condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada**. 1997. 107 f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C. H. Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos. **In: BARBOSA, J. G.; HAYNES, R. J.; GOH, K. M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container – grow plants: IV – Physical properties of a range amendment peat-based media**. N. Z. Journal of Agricultural Research, Wellington, v. 21. n. 3, p. 449 – 456, 1978.

HOFFMANN, G. Binding methods for investigation of TKS and earth gartnerischen. Releases of VSLUFA, **Heft**, v. 6, p. 129 – 153, 1970.

HOPPE, J. M.; GENRO, C. J. M.; VARGAS, C. O.; FLORIANO, E. P.; REIS, E. R. dos.; FORTES, F. de O.; MÜLLER, I.; FARIAS, J. A. de.; CALEGARI, L.; COSTA, L. P. E. da. Produção de sementes e mudas florestais. **Caderno Didático** nº 1, 2ª ed. [s.n.], 388 p. Santa Maria. 2004.

LANG, D. Z.; BOTREL, M. C. G. Desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, p. 107-117, 2008.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 335 p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 56 p.

SCHAFER, G. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. 2004. 144 p. Tese. UFRGS - Porto Alegre, 2004.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D de.; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937 – 944, 2002.

SCIVITTARO, W. B.; SANTOS K. F.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V. **Caracterização física de substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).

SILVA, E. A. da.; OLIVEIRA, G. C. de.; SILVA, B. M.; COGO, F. D.; OLIVEIRA, L. M. de. Avaliação da disponibilidade de água e ar em substratos agrícolas à base de turfa e casca de arroz carbonizada. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 4, p. 19-23, 2011.

SILVA, F. S. C.; SILVA, S. P. C. O substrato na cultura de orquídeas, sua importância, seu envelhecimento. **Orquidário**, v. 11, n. 1, p. 3-10. 1997.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 16, n. 3, p. 297–302. 2012.

SOUZA, F. C. A. de.; SOUZA, J. A. M. de.; PIRES, E. da S.; CORDEIRO, R. A. M. ALVES, J. D. N. Produção de mudas de quiabeiro em estufa com diferentes substratos orgânicos. **Nucleus**, Ituverava. v.11, n.1, 2014.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. Avaliação dos substratos para cultivo de Crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Compositae*) “White polaris” em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas. v. 1, n. 2, p. 71-77, 1995.

SUGUINO, E.; JACOMINI, A. E.; LAZARINI, A. P.; MARTINS, N. A.; FARIA, A. M.; PERDONÁ, M. J. Utilização do pó de basalto na agricultura. **Pesquisa e Tecnologia**. v. 8, n. 2, p. 1-5, 2011.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro** (*Fragaria* x *Ananassa* **duch.**). 2011. 110 f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2011.

CAPÍTULO III

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) „PALUMA’ EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB AÇÃO DE INDUTORES DE ENRAIZAMENTO

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) ‘Paluma’ em substratos orgânicos e sob ação de indutores de enraizamento.** 2015. 155 f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. - UFPB. Areia – PB, 2015. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

RESUMO

O cultivo da goiaba (*Psidium guajava*) tem grande importância econômica no setor da agroindústria das frutas. Em função disso, objetivou-se, com esse experimento, estudar substratos orgânicos, sob a ação de indutores de enraizamento na produção de mudas de goiabeira „Paluma“. Para o enraizamento, foram coletadas estacas herbáceas da parte apical dos ramos laterais, com quatro pares de folhas. Essas foram mantidas em estufa e sob sombrite com 50% da passagem de luz, com a nebulização intermitente ligada a cada 5 minutos por 20 segundos. A base das estacas foram colocadas na solução por 5 segundos de RADIMAXI 20[®] e em AIB a 2000 mg L⁻¹. Logo as estacas foram plantadas em tubetes com o substrato composto por casca de arroz carbonizada e composto orgânico em 5 proporções. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com fatorial 5x2, sendo os tratamentos 5 substratos (S1-25% CAC + 75% CO; S2-75% CAC + 25% CO; S3-50% CAC + 50% CO; S4-100% CO; S5-100% CAC) e 2 indutores (RADIMAXI 20[®] e AIB), na concentração de 2000 mg.L⁻¹, para ambos, com três repetições e 10 estacas por parcela. Foram analisadas as seguintes variáveis: Estacas enraizadas, Estacas vivas sem raiz, Estacas com calo, Mortalidade, Brotação, Retenção foliar, Número de raízes, Comprimento das raízes, Massa fresca da parte aérea, Massa seca da parte aérea, Massa fresca da raiz e Massa seca das raízes. O substrato com formulação 25% Casca de arroz + 75% Composto orgânico (S1) proporciona maior percentual de enraizamento, calo, brotação e massa seca da raiz, enquanto reduz a proporção de mortalidade das estacas e zera o percentual de estacas vivas sem raiz, sendo, indicado para a propagação de estacas herbáceas de goiabeira „Paluma“, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB; O Radimaxi 20[®], na concentração de 2000 mg L⁻¹, promove o aumento da parte vegetativa das estacas e estimula a formação de calos.

Palavras-chave: AIB, Estaquia, Propagação, Radimaxi 20[®].

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Rooting cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) 'Paluma' in organic substrates and under action rooting inducers.** 2015. 155 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. - UFPB. Areia – PB, 2015. Advisor: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Maria Nunes Mendonça.

ABSTRACT

The cultivation of guava (*Psidium guajava*) has great economic importance in the agribusiness sector of fruits. Because of this it is aimed to experiment with this study organic substrates under the action of rooting inducing the production of guava plants 'Paluma'. For rooting softwood cuttings were collected from the apical part of the side branches, with four pairs of leaves. These were maintained in a greenhouse under shading with 50% of the light passing through, with intermittent mist connected every 5 minutes for 20 seconds. The base stakes were placed in the solution for 5 seconds RADIMAXI 20[®] and AIB to 2000 mg L⁻¹. Soon the cuttings were planted in plastic pots with the substrate composed of carbonized rice husk and compost in five proportions. The experimental design was completely randomized in a factorial 5x2, with 5 treatments substrates (S1-25% CAC + 75% CO; S2-75% CAC + 25% CO; S3-50% CAC + 50% CO; S4 -100% CO; S5-100% CAC) and 2 inducers (RADIMAXI 20[®] and AIB) at a concentration of 2000 mg L⁻¹ for both, with three replications and 10 cuttings per plot. The following variables were analyzed: Rooted cuttings, live cuttings without roots, cuttings with callus, mortality, sprouting, leaf retention, number of roots, length of roots, shoot fresh weight, shoot dry weight, fresh root mass and dry weight of the roots. The substrate formulation 25% rice bark + 75% organic compound (S1) provides a higher percentage of rooting, callus, sprouting and root dry mass, while reducing the rate of mortality of the cuttings and resets the percentage of living stakes rootless being mentioned for the propagation of herbaceous cuttings of guava 'Paluma' at a concentration of 2000 mg L⁻¹ of AIB; The Radimaxi 20[®] at a concentration of 2000 mg L⁻¹, promotes the increase in the vegetative part of the cutting and stimulates callus formation.

Key words: AIB, Cuttings, propagation, Radimaxi 20[®].

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da goiabeira (*Psidium guajava* L.) tem grande importância econômica no setor da agroindústria das frutas, sendo a „Paluma“ um dos destaques como a principal cultivar destinada à indústria, com aproximadamente 70% da produção. É considerada pelos nutricionistas uma das mais completas e equilibradas frutas no que diz respeito ao valor nutritivo, já que este fruto é de fácil agregação de valor econômico e o retorno do investimento ocorre a partir do terceiro ano após o plantio (SERRANO, 2007; AMORIM et al., 2015).

Um dos pontos que condicionam o processo de propagação comercial por estaquia para que se consigam frutos com características favoráveis é o tipo de estaca utilizada. Na goiabeira, a estaca tipo herbácea é a que tem sido utilizada com mais frequência, devido ao seu sucesso nas respostas, em grande escala. E a sua utilização, relacionada à composição do substrato, proporcionam a obtenção de mudas de alta qualidade, com muita rapidez e com baixo custo (MILHEM, 2011).

Existe uma grande variedade de substratos comerciais no mercado que podem ser utilizados para o enraizamento de frutíferas, porém, existe uma dificuldade em encontrar um material que, isoladamente, atenda às exigências da espécie a ser cultivada, enfatizando que a mistura de materiais, confeccionados na região, permite melhorar as condições de desenvolvimento das mudas. Todavia, os materiais empregados devem ser de fácil obtenção e ter disponibilidade contínua e baixo custo, o que pode ser preparado, a partir de resíduos da agricultura, conferindo qualidades semelhantes ou superiores às alcançadas com o uso de substratos comerciais (MORGADO, 1998; SANTOS et al., 2000; SCHIAVO, 2002; SERRANO et al., 2006; CATUNDA et al., 2008; MILHEM, 2011). Um exemplo de material de fácil obtenção, disponibilidade e altíssima qualidade é a casca de arroz carbonizada e o composto orgânico. Alternativas que podem ser utilizadas na região Nordeste.

Substratos adequados para as estacas de goiabeira, com características que permitam um bom desempenho, são um das várias necessidades das plantas, e essas precisam de um ambiente com umidade necessária, para que ocorra o processo de rizogênese, sem que haja desidratação dos tecidos. As câmaras de nebulização intermitente proporcionam ambiente úmido para enraizamento de estacas herbáceas, favorecendo também a ativação dos reguladores, geralmente, utilizados para auxiliar nesse processo. Porém, para a otimização do

processo de enraizamento, a utilização de reguladores vegetais torna-se um fator limitante para os pequenos produtores, devido ao alto custo dos produtos.

Entretanto, existe a liberação de outros compostos aplicados pelo homem, com a inclusão de alguns nutrientes, que são essenciais à emissão das raízes nas estacas e ainda participam como cofatores das auxinas, a exemplo do boro e do zinco (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; OLIVEIRA et al., 2010). A união desses fatores permite que o processo rizogênico tenha grande probabilidade de sucesso, visto que busca atender às necessidades das plantas.

Diante do exposto, objetivou-se estudar substratos orgânicos, sob a ação de indutores de enraizamento na produção de mudas de goiabeira „Paluma“.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e coleta das estacas

As estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) foram colhidas de plantas matrizes com cinco anos de idade, oriundas de propagação assexuada, pertencentes a propriedade Sítio Macaquinhos, localizado no município de Remígio-PB, microrregião de Esperança-PB.

Foram coletadas estacas herbáceas, da parte apical dos ramos laterais, com quatro pares de folhas, sendo enroladas em papel umedecido e acondicionadas em sacos plásticos, formando uma câmara úmida. Em seguida foram transportadas ao Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/CCA/UFPB).

2.2 Preparação das estacas herbáceas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, referente a cinco misturas de substratos e dois indutores de enraizamento (AIB e RADIMAXI 20[®]), utilizados na concentração de 2000 mg L⁻¹, com três repetições e 10 estacas por parcela.

As estacas herbáceas foram inseridas na câmara de nebulização, durante o preparo, onde houve o seccionamento da parte apical, entre 5 e 10 cm de comprimento, com um par de folhas, tendo seus limbos reduzidos á metade do comprimento.

O preparo incluiu um corte em bisel, logo abaixo de um nó, com a eliminação das folhas da parte basal, deixando-se um par de folhas na parte superior. Durante o preparo, as estacas foram dispostas em um recipiente com água para evitar a desidratação.

Antes do toalete das estacas, preparou-se a solução de AIB e do RADIMAXI 20[®], sendo pesados e dissolvidos separadamente em 10 ml de álcool, em um becker, após totalmente dissolvido, completou-se o volume para 100 ml, com água destilada, obtendo-se então a concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB e RADIMAXI 20[®], A solução foi envolvida em papel alumínio, a fim de evitar a fotodegradação.

Após o término do preparo, as estacas foram agrupadas, conforme o número por repetição e tiveram 1 centímetro da base colocada na solução durante cinco segundos.

Posteriormente as estacas foram plantadas em tubetes preenchidos, com diferentes proporções de substratos (Tabela 1).

Tabela 1. Misturas dos substratos orgânicos formulados a partir de casca de arroz carbonizada (CAC), adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico (CO). Areia, PB, 2015

Substrato	Composição
S1	(25% CAC + 75% CO)
S2	(75% CAC + 25% CO)
S3	(50% CAC + 50% CO)
S4	(100% CO)
S5	(100% CAC)

CAC: Casca de arroz carbonizada; CO: Composto orgânico;

A casca de arroz carbonizada foi adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico foi obtido pela compostagem de resíduos orgânicos (materiais de limpeza do pomar: galhos, gramíneas, folhas e dentre outras) e esterco bovino.

As estacas foram mantidas sob sistema de nebulização, constituindo-se de 20 segundos de abertura e 5 minutos de intervalo. Na proteção das mudas, contra o excesso de luminosidade, foi utilizado a cobertura com sombrite (50%). Para o controle de doenças fúngicas, as estacas foram tratadas com pulverizações quinzenais com fungicida Aliette[®].

2.3 Variáveis analisadas

Aos 70 dias, a partir da instalação do experimento, considerando o trabalho de Colombo et al. (2008); Yamamoto et al. (2010), nos experimentos, foram analisadas as seguintes variáveis:

1. Estacas enraizadas – Foi realizada a contagem das estacas que apresentaram, pelo menos, uma raiz e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
2. Estacas vivas sem raiz – Foi realizada a contagem das estacas que estavam vivas, mas que não apresentaram raiz e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
3. Estacas com calo – Foi realizada a contagem das estacas que apresentaram calo e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
4. Estacas com brotação - Foi verificada a quantidade de estacas que apresentaram brotos, ao fim do ensaio e realizado e, posteriormente, a transformação dos dados em percentual;

5. Retenção foliar – Foi verificada a quantidade de estacas que mantiveram e adquiriram folhas do início até ao final do ensaio;
6. Mortalidade – Foi verificada a quantidade de estacas que não sobreviveram, ao fim do ensaio e realizada, posteriormente, a transformação dos dados em percentual;
7. Número de raízes – Foi verificada através da contagem das raízes apresentadas nas estacas;
8. Comprimento das raízes – Foi verificada com a medição realizada com auxílio de régua;
9. Massa fresca da parte aérea – pesagem com auxílio da balança analítica, da parte aérea das estacas, quando coletadas, as quais foram colocadas, posteriormente, em sacolas de papel e postas em estufa, por 48 horas a 65°C;
10. Massa seca da parte aérea – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas, após secagem em estufa;
11. Massa fresca da raiz – pesagem com auxílio da balança analítica da raiz das estacas quando coletadas, as quais foram colocadas, posteriormente, em sacolas de papel e postas em estufa, por 48 horas a 65°C;
12. Massa seca das raízes – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas, após secagem em estufa.

2.4 Análise estatística

Para as análises estatísticas, inicialmente realizou-se a transformação dos dados para as funções raiz quadrada ($y + 0,5$), quando obtidos por contagem e, logarítmica ($\log + 1$) para os quantitativos. Em seguida, realizou-se análise de variância e de regressão, utilizando o teste F para se verificar os efeitos isolados e a interação entre os fatores. Também realizou-se análise de regressão em relação às proporções de casca de arroz carbonizada no substrato, utilizando o teste F ($p \leq 0,10$) para se verificar o ajuste dos modelos. Utilizou-se o software SAS/STAT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao enraizamento, pode-se verificar que essa variável não apresentou diferença significativa, quando relacionada aos fatores: diferentes formulações de substratos e indutores. Exibindo um valor médio de 20% de estacas enraizadas (Figura 1).

Diversos fatores podem estar relacionados à ausência de formação de raízes, a exemplo do período destinado ao enraizamento, do tipo de estaca e do potencial genético. Além da liberação de compostos fenólicos, no local onde foi realizado o corte das estacas, o que provoca oxidação dos tecidos, dificultando a formação de raízes (COSTA et al., 2010). Outra possibilidade é a toxidez, o que segundo Fachinello et al. (2005), é um fator limitante para ao sucesso do enraizamento, pois a exposição por um tempo mais prolongado à solução concentrada em álcool, pode ocasionar efeitos como a inibição do desenvolvimento das gemas, o amarelecimento e a queda de folhas e, até mesmo, a morte das estacas.

Yamamoto et al. (2010) verificaram, em seu experimento com a cultivar Século XXI, que na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB por 10 segundos de imersão, a aplicação do regulador de crescimento, em solução hidroalcoólica, resultou em um percentual de enraizamento de 35%, evidenciando que tal resultado pode estar relacionado à uma possível toxidez provocada pela maior absorção de AIB, em solução mais concentrada.

Contudo, Frazon et al. (2004), utilizando concentrações de ácido indolbutírico de 0, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹ não promoveram enraizamento em estacas lenhosas e herbáceas da cultivar Serrana e ainda relataram que concentrações acima de 4000 mg L⁻¹ causaram fitotoxidez.

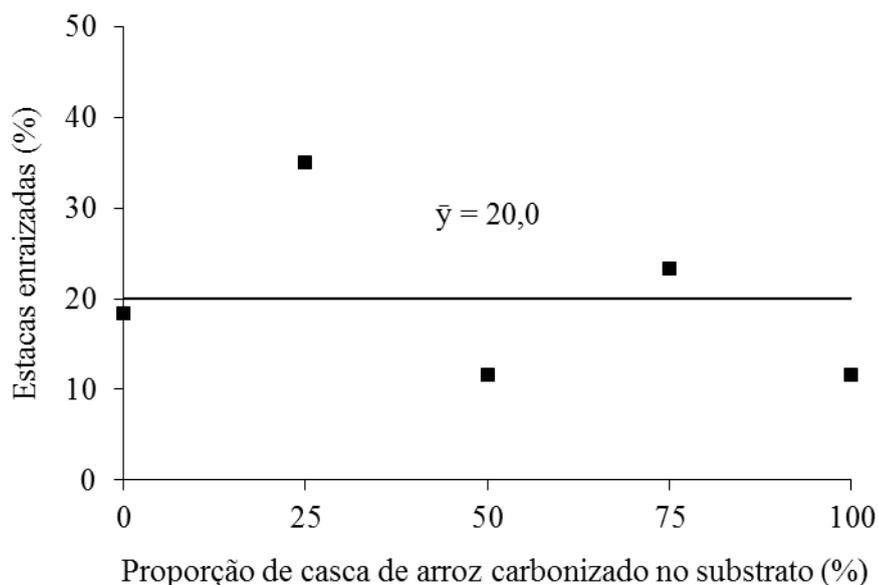


Figura 1. Percentagem de estacas enraizadas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio.

Percentuais próximos ao que foram encontrados nesse ensaio para o enraizamento, foram encontrados por Colombo et al. (2008); testando o efeito de concentrações de AIB no enraizamento de estacas herbáceas, com ou sem lesão na base da seleção 8501-1 de goiabeira. Obtiveram porcentagem de estacas enraizadas de 30%, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB, sendo classificado, por parte do autor, como um bom desempenho da planta, e ele ainda enfatiza que potencial de o enraizamento pode ter sido influenciado pela temperatura ambiente.

Apesar de alguns ensaios não terem obtido valores satisfatórios, como é caso de Altoé (2012), que não verificou, em seu ensaio, com estaca herbácea de „Paluma“, diferença no enraizamento em relação à técnica da miniestaquia seriada. Costa et al. (2010) trabalhando com diferentes recipientes e substratos, na produção de mudas de goiabeira Pedro Sato, por estaquia, com uma concentração de 2000 mg L⁻¹ em estacas do tipo lenhosa, verificaram que aos 70 dias, após o plantio, foi constatado que apenas uma estaca estava enraizada; assim com também foi expresso na figura 1, alguns autores recomendam a utilização dos mesmos materiais, como é o caso de Aguiar et al. (2005) que recomenda o uso de AIB na concentração 2000 mg L⁻¹ devido a obtenção de 10 a 15% de enraizamento de estacas da cultivar Okinawa. Igualmente a Vale et al. (2008) os quais relataram que, o enraizamento de estacas herbáceas obtiveram maior porcentagem de enraizamento, à medida que se aumentou a concentração, sendo a imersão em solução com 300 mg L⁻¹ de AIB, obtendo-se um enraizamento de 60% para a goiabeira „Paluma“.

Constatou-se que as estacas vivas, sem raiz, apresentaram um ajuste do modelo linear, quando relacionados os indutores aos substratos, apresentando maior percentual de estacas vivas, sem raiz, para AIB, com 13,33% nas formulações S4 (100% CO) e S3 (50% CAC + 50% CO), e 40% para o Radimaxi 20[®] na formulação S5 (100% CAC) (Figura 2A). Quanto aos indutores, foi possível aferir a média de estacas vivas, sem raiz, onde para o AIB foi de 5,33% e 22,67% para o Radimaxi; verificou-se, ainda, que o Radimaxi não induziu a formação de raízes, atuando apenas na manutenção da sobrevivência das estacas (Figura 2B).

Os dados referentes às estacas vivas evidenciam que a ação do fertilizante mineral proporcionou incremento na porcentagem de estacas vivas sem raiz, porém, os substratos utilizados devem ser adequados à formação das raízes, servindo de suporte, fornecendo nutrientes e apresentando porosidade que permita a entrada de oxigênio e saída de gás carbônico e etileno oriundos da respiração das raízes, além de propiciar alguma retenção ou reserva de água para as plantas (SOUZA, 1983; KÄMPF, 1999; SOUZA, 2002).

Para a produção de mudas, em escala comercial, o fator enraizamento com a consequente emissão de raízes, em maior número e comprimento é algo fundamental, pois é o sistema radicular, bem formado, que favorecerá a absorção de nutrientes e água necessários à planta, propiciando, dessa forma, um melhor desenvolvimento da muda, quando inseridas no campo; e o fator tempo também entra como agravante, pois com o aumento desse fator gera-se um efeito cascata onde economicamente se terá um impacto (FRACARO, 2004; ZIETEMANN, 2007; CARVALHO JUNIOR, 2009; CARDOSO et al., 2011).

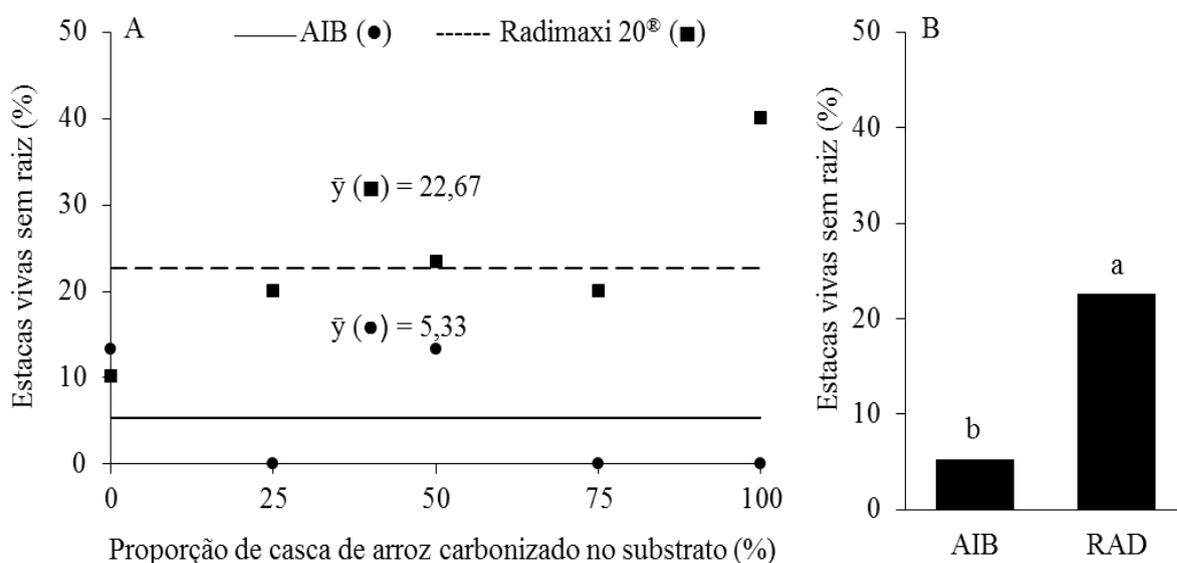


Figura 2. Percentagem de estacas vivas sem raiz de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,0001$).

Segundo Vignolo et al. (2014), trabalhando com amoreira preta, verificaram que a presença de estacas vivas e não enraizadas na cultivar „Guarani“ pode ser um indicativo que essa cultivar apresenta formação do sistema radicular mais lenta do que outras cultivares, não necessariamente sendo essa característica como algo negativo.

Cunha, (2013) trabalhando com spondias, avaliando substratos (Terra + Esterco; Tropstrato[®]; PoliFértil[®]) e concentrações de AIB (0, 600, 1200, 1800 e 2400 mg L⁻¹), constatou que a utilização dos níveis do AIB não promoveram respostas para o número de estacas vivas, tendo como valor médio de 76,25 %, mas quando avaliado o substrato com Terra, verificou o maior valor de estacas vivas (94%), mostrando-se estatisticamente igual ao substrato Tropstrato[®], com 89% das estacas vivas. Entretanto, com a utilização do substrato Pole fértil[®], foi observado o menor valor de estacas vivas (45,75%).

Silva et al. (2012), avaliando a eficiência de diferentes concentrações de ANA e AIB, no enraizamento de estacas de melaleuca, observou que a porcentagem de estacas vivas não enraizadas se manteve em níveis similares de viabilidade em todas as concentrações de reguladores (ANA e AIB) testadas, no entanto, a maior porcentagem de viabilidade das estacas não enraizadas foi quando as concentrações de ANA e AIB foram de 1000 e 2000 mg L⁻¹.

Para o percentual de estacas com calo, pode-se observar o ajuste do modelo linear, apresentando maior percentual para AIB com 20% na formulação S1 (25% CAC + 75% CO) e 33,33% para o Radimaxi na formulação S5 (100% CAC) (Figura 3A), quando realizado o desdobramento, foi possível constatar que eles diferem entre si e que a utilização de Radimaxi proporcionou maior percentual de estacas com calo, podendo ser aferida a média para o AIB de 5,33% e 22% para o Radimaxi (Figura 3B).

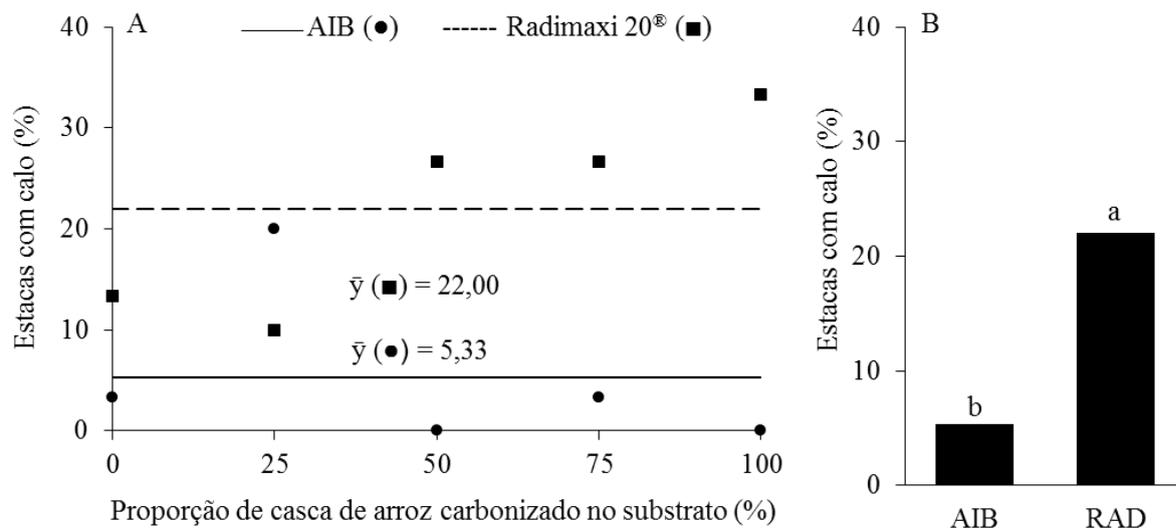


Figura 3. Percentagem de estacas de goiabeira cv. Paluma com calo, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,0001$).

A formação de raízes adventícias na estaca ocorre em resposta ao efeito da lesão sofrida pelo tecido, iniciando um processo de cicatrização e regeneração, desse material, o qual ocorrerá através da atividade de células jovens presentes na região lesionada e que dão origem a uma massa de células parenquimatosas de tecido pouco diferenciado, desorganizado e em diferentes etapas de lignificação, sendo essa classificada como calo (HARTMANN e KESTER, 1990; FACHINELLO et al., 1995).

Na maioria das plantas, a formação de calo e de raízes adventícias são processos independentes, mas a sua ocorrência simultânea deve-se a similaridade das condições favoráveis para ambos (ALVARENGA e CARVALHO, 1983; HARTMANN e KESTER, 1990).

De acordo com Hartman et al. (2002), a formação de calo, na base de estacas, é um fato independente da indução radicular e, em alguns casos, segundo Martins (1998), as raízes podem ser originadas desses tecidos, embora seja raro, pois, na maioria das vezes, elas se originam de células do câmbio, de modo que o calo não é essencial ao enraizamento.

Esta citação foi confirmada por Biazatti (2013), o qual relatou que a formação de calos, em algumas espécies, não é necessariamente a indicação de posterior formação radicular, visto que são processos distintos, sendo a sua ocorrência simultânea devido à exigência por condições internas e ambientais semelhantes, e, em alguns casos, o excesso de massa de células parenquimatosas, que dão origem ao calo, pode impedir o enraizamento.

Costa et al. (2010) trabalhando com diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de goiabeira Pedro Sato por estaquia, com uma concentração de 2000 mg L⁻¹ em estacas do tipo lenhosa, constatou que, entre os diferentes substratos, houve uma superioridade do substrato composto por fibra de coco grossa (chips) + 14% de composto orgânico, em relação ao substrato composto por 86 % de solo e 14% de composto orgânico, para a percentagem de estacas com calo, onde 55,6 % das estacas apresentaram formação de calo. Tendência bem próxima do que foi encontrado na figura 1, onde foi possível verificar, para o Radimaxi, que com o aumento, da proporção de casca de arroz, pode-se obter um maior percentual de estacas com calos.

Mello et al. (1983) relataram que, essa resposta do menor percentual de calo, em materiais com maior densidade, como é caso do S4 (100% CO), aqui avaliado, ocorre em função da infiltração lenta, devido à sua maior densidade que resulta em menores espaços, dificultando o desenvolvimento da estaca.

Quanto ao percentual de estacas com brotos, verificou-se que houve um ajuste do modelo quadrático para o AIB, apresentando um ponto de máxima com 6,67%, na formulação S1 (25% CAC + 75% CO) (Figura 4A). Com a realização da análise isolada dos indutores, foi possível conferir que o AIB apresentou média de 2,07%, enquanto que o Radimaxi não apresentou nenhum percentual, testificando que o Radimaxi não induziu a formação de brotos (Figura 4B).

Frazon, (2004), utilizando combinações de tamanho de estaca (12 ou 18 cm) e concentração de AIB (0, 2000, 4000 ou 8000 mg L⁻¹), verificou que, para percentagem de estacas brotadas, não houve diferença estatística significativa, nos diferentes tratamentos. Entretanto, houve uma pequena tendência de ocorrer maior porcentagem de brotação em estacas de 12 cm de comprimento e com a concentração de 2000 mg L⁻¹.

No experimento de Costa et al. (2013), a presença de brotações nas estacas foi verificada em todos os tratamentos, mas, de acordo com autor, essas não tiveram nenhuma relação com as concentrações do regulador vegetal utilizado, o que, de acordo com Fachinello et al. (2005), é possível, visto que, a própria condição ambiental, nas épocas mais tardias de coleta dos ramos, para a confecção das estacas, é mais favorável ao desenvolvimento da parte aérea, principalmente, em consequência da elevação da temperatura.

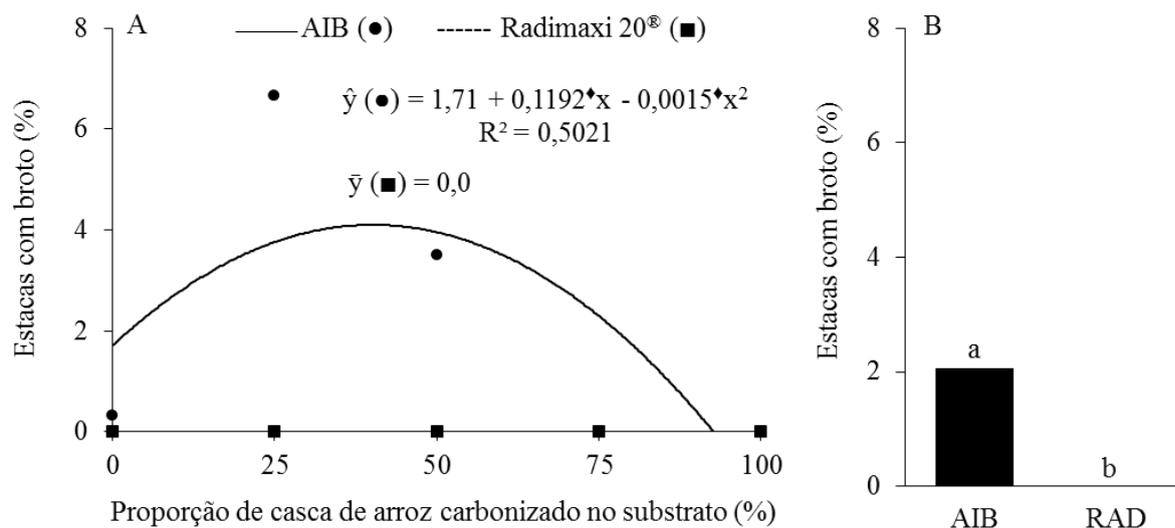


Figura 4. Percentagem de estacas de goiabeira cv. Paluma com broto cultivado em substratos preparados com composto orgânicos adicionados proporções de casca de arroz carbonizado (A) e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos. ♦: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0338$).

O aparecimento de estacas brotadas sem raiz pode acontecer, se os níveis de citocinina encontram-se elevados, haja vista, ser essa uma substância responsável pela divisão celular nas estacas, e esta substância em níveis elevados promove a formação de gemas e não de raízes (SIMÃO, 1998). Sendo essa colocação concordada por Tavares et al. (1995), que ainda propõe que há um comportamento diferente entre formação de raízes e emissão de brotos ou formação de gemas e que isso, talvez, possa ser explicado por algumas substâncias que constituem uma planta como adenina, cinetina e auxinas e que a relação dos teores dessas substâncias pode impedir a formação de raízes e favorecer a formação de brotos.

Na retenção foliar, constatou-se que houve um ajuste do modelo quadrático para o AIB, com ponto de máxima de 2,00%, na formulação S2 (75% CAC + 25% CO) e, foi encontrado, para o Radimaxi, o ajuste do modelo linear e aferido um percentual máximo de 1,00% na formulação S4 (100% CO) (Figura 5).

A presença de folhas no enraizamento garante a sobrevivência das estacas e influencia no processo de formação radicular, auxiliando no transporte de substâncias promotoras de enraizamento, uma vez que permitem o fornecimento de carboidratos, por meio do processo fotossintético, possibilitando a divisão e alongamento das células (LIONAKIS 1981, PEREIRA et al., 1983; COSTA e COSTA, 2003). É necessária a preservação das folhas durante todo o período de formação das raízes, devendo prioritariamente selecionar plantas matrizes que apresentem folhas inteiras e saudáveis.

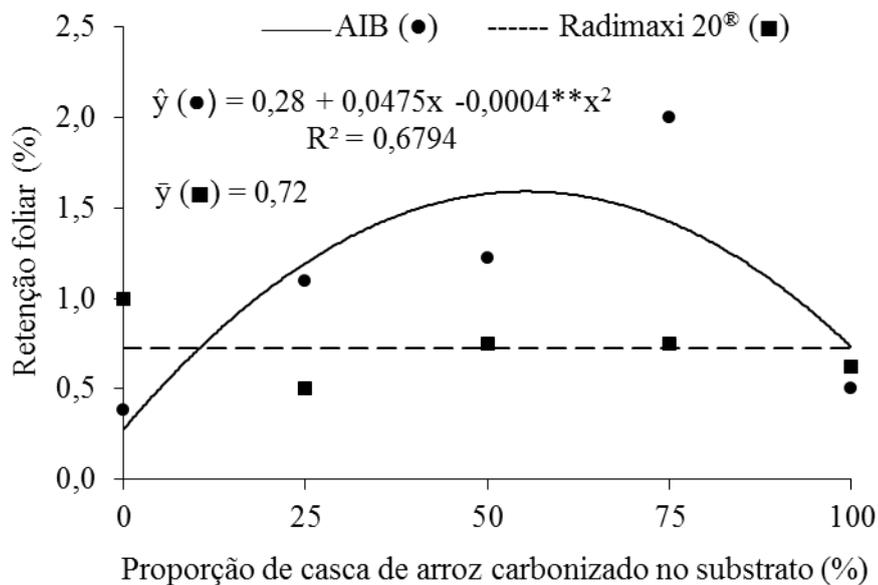


Figura 5. Retenção foliar em estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), aos 70 dias após o plantio. **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Colombo et al. (2008) constataram, em seu ensaio, testando o efeito de concentrações de AIB no enraizamento de estacas herbáceas, com ou sem lesão, na base da seleção 8501-1 de goiabeira, que as estacas avaliadas apresentaram porcentagem de retenção foliar variando de 9 a 28% para as concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ do regulador de crescimento AIB, respectivamente, embora sem haver diferença estatística entre si.

Garbuio et al. (2007) também observaram a importância de retenção foliar em patchouli (*Pogostemon cablin*). As estacas mostraram uma porcentagem de enraizamento maior do que estacas sem folhas. Tarragó et al. (2005) também relataram uma forte correlação entre retenção foliar e enraizamento, em estacas herbáceas de *Ilex paraguariensis*.

A importância da presença de folhas para o enraizamento foi observada também por Bordin et al. (2005), que avaliando o efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira, não verificaram diferenças significativas entre estacas semilenhosas de porta-enxertos de videiras, com uma folha inteira e as com meia folha, para a porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes, matéria fresca e comprimento de raízes. No entanto, essas mesmas variáveis apresentaram valores inferiores para as estacas com ausência de folhas, sendo 90% menores em relação à matéria fresca e comprimento de raízes.

Para o percentual de mortalidade, pode-se verificar que essa variável não apresentou diferença significativa quando relacionada com as diferentes formulações de substratos e indutores, exibindo um valor médio de 65,33% de estacas mortas (Figura 6).

Um das respostas para tal comportamento pode estar no fato que o principal problema da casca de arroz carbonizada é a alta porosidade, o que não favorece a retenção de água suficientemente para as fases iniciais de desenvolvimento das mudas, sendo este substrato, deficiente no envolvimento adequadamente das bases das estacas; por isso, a importância do uso de misturas, que melhoram as propriedades do substrato, especialmente quanto à disponibilidade de água (KLEIN et al., 2012).

De acordo com Pereira et al. (2005), a taxa de enraizamento de uma estaca pode estar diretamente relacionada com um melhor contato das partículas do substrato com a base das estacas. Portanto, a casca de arroz pode não ter apresentado contato ideal com as estacas avaliadas neste trabalho, favorecendo a alta taxa de mortalidade.

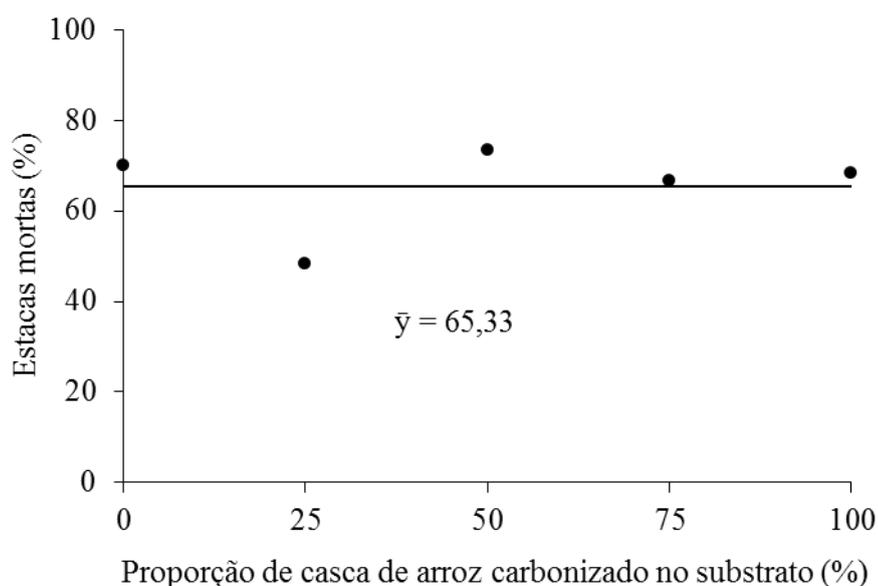


Figura 6. Percentagem de estacas mortas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio.

Contudo, Oliveira (2003), em seu ensaio com pêssgo e concentrações de 1500 e 3000 mg L⁻¹, com imersão da base da estaca por 5 segundos, constatou que o uso do AIB proporcionou maior porcentagem total de estacas enraizadas e reduziu o tempo necessário para a formação das raízes, mas não impediu, que estas estacas já enraizadas morressem.

A morte das estacas, após a formação das raízes, pode ser em razão de um período maior do que o necessário ao enraizamento, causando a morte das raízes por excesso de

umidade. Podendo também estar relacionada ao potencial genético de cada cultivar e ao fator nutricional, visto que, uma vez enraizadas, a ausência de nutrientes, no substrato, pode ter se constituído em um fator de mortalidade das estacas (NACHTIGAL, 1999; TREVISAN et al., 2000).

Nos experimentos de imersão lenta, em soluções com ANA e AIB, no enraizamento de estacas semilenhosas das cultivares, Topsail e Magnolia, Biasi e Boszczowski (2005), verificaram que todos os tratamentos com a presença de auxinas causaram 100% mortalidade nas estacas. Apenas ocorreu enraizamento nas testemunhas, para cultivar Topsail 28,3% , no experimento com apenas ANA e 36,7%, no experimento com ANA + AIB e para a cultivar Magnolia 18,3%, no experimento com apenas ANA. Não houve enraizamento na testemunha do experimento com ANA + AIB.

Porém, Silva et al. (2012), avaliando a eficiência de diferentes concentrações de ANA e AIB, no enraizamento de estacas de melaleuca, observaram que a maior porcentagem de mortalidade de estacas de melaleuca ocorreu para o ANA, principalmente nas concentrações 2000 e 4000 mg L⁻¹, induzindo que a elevação da concentração do ANA propicia o aumento na mortalidade provavelmente, em função da fitotoxicidade deste regulador vegetal.

Estudos têm preconizado que o aumento da concentração de reguladores, aplicados em plantas, provoca efeito estimulador de raízes, até certo nível, a partir do qual, concentrações maiores têm efeito inibitório ou em outros casos tóxico (FACHINELLO et al., 1995).

Referente ao número de raízes foi notado um ajuste do modelo quadrático para o AIB, apresentando o ponto de máxima com 3,58 na formulação S2 (75% CAC + 25% CO). Para o Radimaxi 20[®], o ajuste do modelo foi linear, sendo aferido um valor máximo de 0,79 na formulação S4 (100% CO) (Figura 7A).

Quando os indutores foram avaliados separadamente, foi possível observar que o AIB apresentou valor médio de 1,86, enquanto que o Radimaxi 20[®] obteve valor de 0,53, podendo desse modo, concluir que o Radimaxi 20[®] não influenciou o número de raízes das estacas avaliadas (Figura 7B).

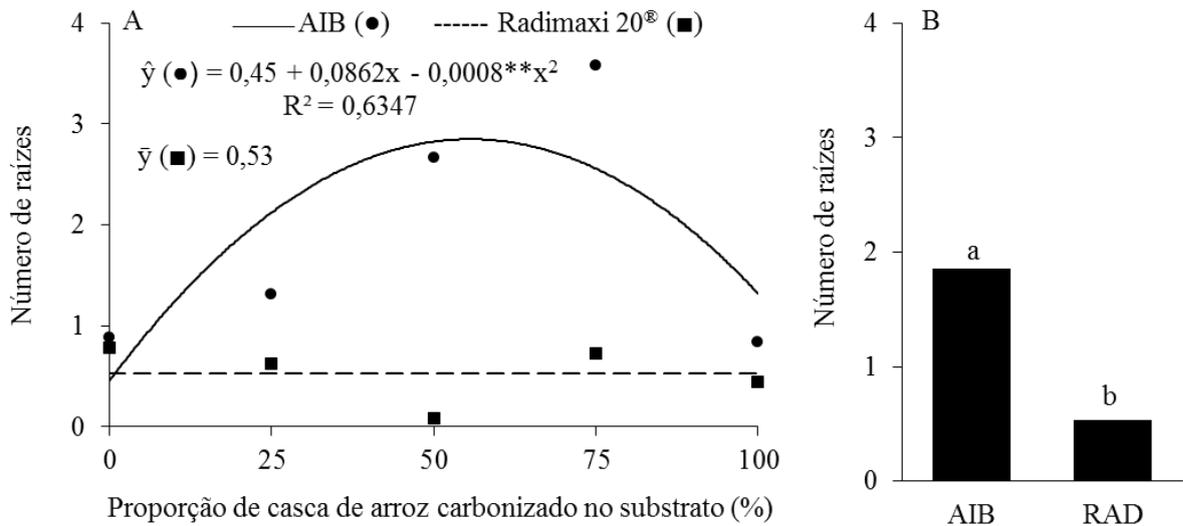


Figura 7. Número de raízes em estacas de goiabeira cv. Paluma cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos, adicionando proporções de casca de arroz carbonizado (A) e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos. *: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0008$).

A emissão de raízes é fundamental, quando o objetivo é a produção de mudas, em escala comercial, pois o sistema radicular, bem formado, aumenta a área de absorção de nutrientes e água da planta, favorecendo um melhor desenvolvimento da muda quando levada para o campo (FRACARO e PEREIRA, 2004; ZIETEMANN e ROBERTO, 2007; CARVALHO JUNIOR, 2009).

Yamamoto et al. (2010) verificando o enraizamento de estacas herbáceas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI', tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico, veiculado em talco e álcool, observaram que, o número de raízes por estaca, não apresentou interação significativa entre as concentrações de AIB e as formas de aplicação, contudo, as melhores médias foram obtidas com a concentração 2000 mg L^{-1} , de AIB.

Segundo Vale et al. (2008), trabalhando com AIB e sacarose, o número médio de raízes das estacas herbáceas de „Paluma“ foi de 12 raízes por estaca, utilizando-se a concentração de 300 mg L^{-1} de AIB; valores, expressivamente, elevados, se comparado aos da figura 7, onde obtiveram-se valores bastante inferiores, apesar de utilizar doses de AIB, com maiores concentrações, não alcançando, desse modo, um percentual representativo para o enraizamento e, possivelmente, sendo um dos fatores que causou a não significância da variável estacas enraizadas.

O comprimento de raiz não apresentou diferença significativa, quando relacionada com as diferentes formulações de substratos e indutores, exibindo um valor médio de 8,03 cm (Figura 8).

Resultado esse, que causa um impacto negativo nas estacas, visto que o aumento do volume radicial e comprimento de raízes proporcionam às estacas, condições para a manutenção da sua viabilidade. O desenvolvimento adequado do sistema radicial é um fator que influenciará diretamente no estabelecimento futuro da planta, sendo um dos fatores de grande representatividade na propagação de mudas.

Discussão afirmada por Hartmann, Kester e Davies Jr. (1997), os quais atestam ainda que, o crescimento das raízes está diretamente relacionado com a continuidade da fotossíntese na estaca, pelo efeito das folhas, fornecendo carboidratos, hormônios e outras substâncias necessárias, sendo provável que, quanto maior o número de folhas, maiores serão as médias das variáveis relacionadas às raízes.

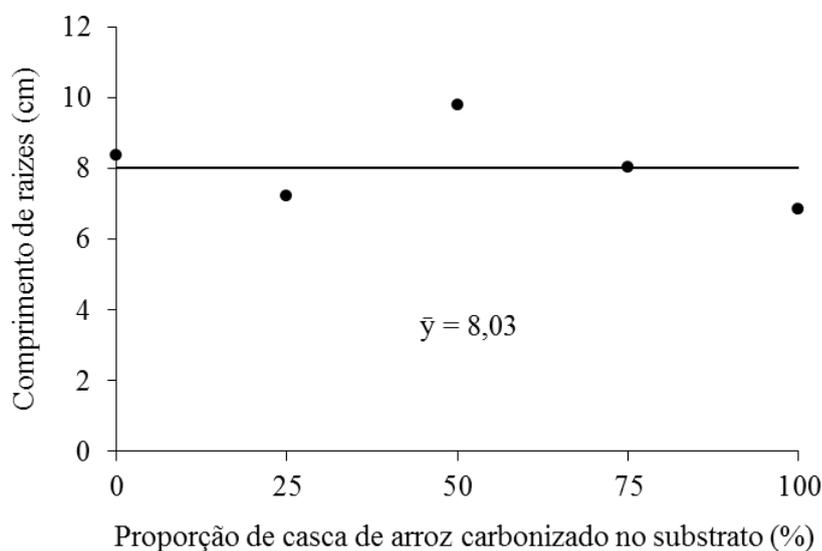


Figura 8. Comprimento de raízes de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio.

Os resultados do comprimento de raízes no ensaio de Silva et al. (2012), não indicam diferenças estatísticas quando se analisa o efeito isolado das concentrações de cada regulador vegetal utilizado (ANA e AIB) no enraizamento de jasmim de poetas. No entanto, verificou-se que a maior concentração de AIB (4000 mg L⁻¹) foi a condição mais adequada para o crescimento das raízes. Resultados similares aos obtidos por Fischer et al. (2008), que avaliando o efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo, obtiveram aumento no comprimento das raízes em relação ao aumento da concentração de AIB.

No experimento realizado por Yamamoto et al. (2010), analisando o enraizamento de estacas herbáceas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool, verificou-se que as maiores concentrações do regulador vegetal tanto em álcool quanto em talco, provocaram maiores comprimentos de raízes.

Na massa fresca e massa seca da parte aérea foi detectado um ajuste do modelo linear, quando relacionados os indutores e as formulações de substratos para ambos, apresentando maior valor para AIB com 7,65 g na formulação S1 (25% CAC + 75% CO) e de 9,50 g para o Radimaxi 20[®] na formulação S5 (100% CAC) (Figura 9A), e valor para AIB com 2,64 g na formulação S1 (25% CAC + 75% CO) e de 4,01 g para o Radimaxi 20[®] na formulação S5 (100% CAC) (Figura 10A). Quando realizado o desdobramento, visando a análise apenas dos indutores, percebeu-se que os indutores diferem entre si para ambos e que a utilização de Radimaxi 20[®] proporcionou maior valor de massa fresca da parte aérea, podendo ser aferida a média para o AIB de 3,41 g e de 7,15 g para o Radimaxi 20[®] (Figura 9B), e que a utilização de Radimaxi 20[®] proporcionou maior valor de massa seca da parte aérea, podendo ser detectada a média para o AIB de 1,18 g e de 3,17 g para o Radimaxi 20[®] (Figura 10B).

A massa fresca e massa seca da parte aérea foram influenciadas diretamente pelo o Radimaxi por ele induzir, possivelmente, o acúmulo de fotoassimilados maior que o AIB.

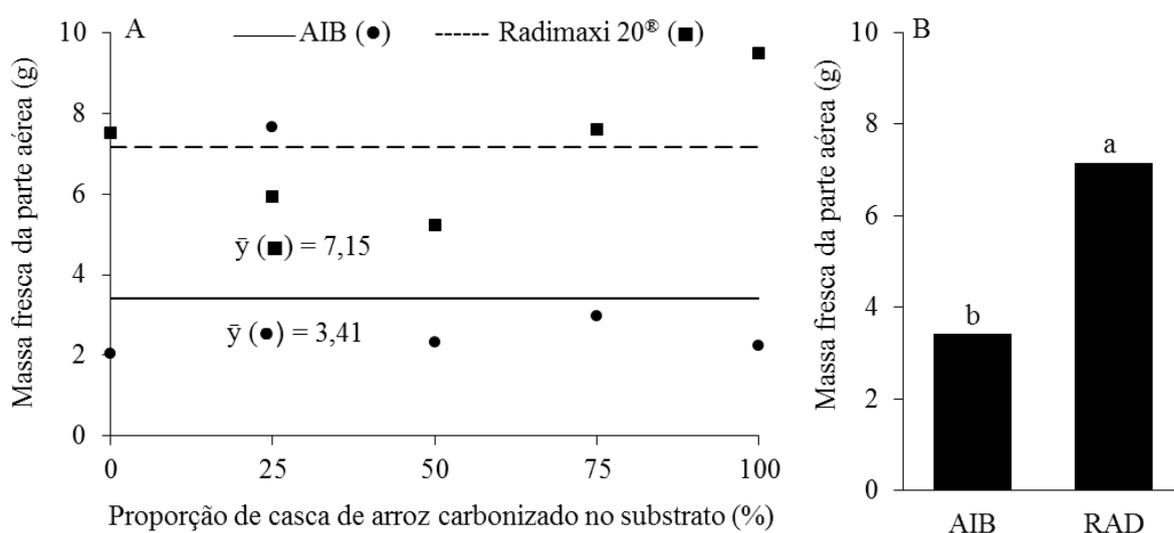


Figura 9. Massa fresca da parte aérea de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0065$).

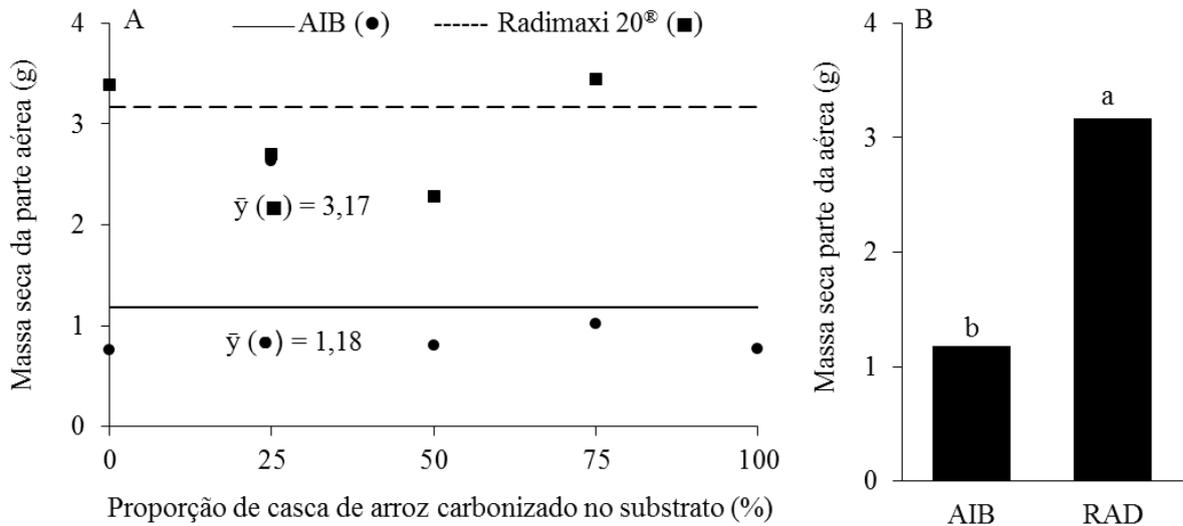


Figura 10. Massa seca da parte aérea de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0015$).

Milhem (2011), avaliando os ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaquia, verificou que a relação massa fresca e massa seca da parte aérea, obteve efeito da interação entre os propágulos e os substratos, onde mudas oriundas de estacas herbáceas e miniestacas tiveram maior massa fresca da parte aérea, quando cultivadas nos substratos compostos de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro e composto de fibra de coco e torta de filtro.

Lattuada et al. (2011) examinando o pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras, atestou que as massas frescas e secas da parte aérea apresentaram respostas quadráticas positivas, com incremento até a dose de 2900 mg L⁻¹ de AIB, para aquelas estacas coletadas de plantas jovens. Para as plantas adultas, a resposta foi quadrática negativa, em função da morte do material submetido a doses superiores a 2500 mg L⁻¹ de AIB.

A massa fresca da raiz apresentou ajuste do modelo linear, quando relacionados os indutores e as formulações de substratos, apresentando maior valor para AIB com 7,00 g na formulação S1 (25% CAC + 75% CO) e de 1,49 g para o Radimaxi 20[®] na formulação S4 (100% CO) (Figura 11A). Quando realizada a análise, apenas dos indutores, foi possível constatar que os indutores diferem entre si e que a utilização de AIB proporcionou maior valor de massa fresca da parte aérea, podendo ser aferida a média para o AIB de 2,81 g e de 0,98 g para o Radimaxi 20[®] (Figura 11B). Porém, a variável massa seca de raiz não

apresentou diferença significativa, quando relacionada com as diferentes formulações de substratos e indutores, exibindo um valor médio de 0,48 g (Figura 12).

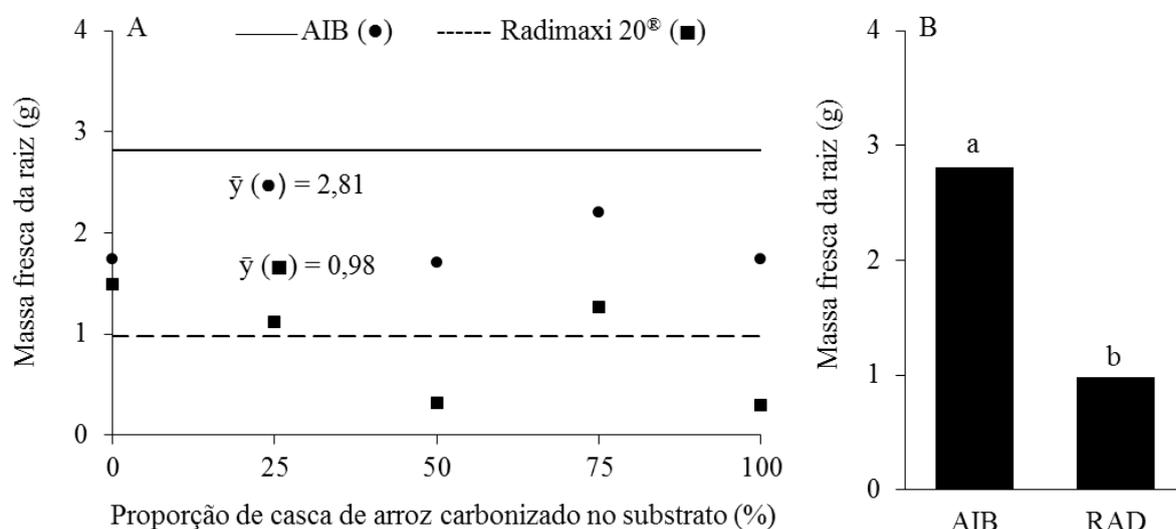


Figura 11. Massa fresca de raízes de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado (A), e tratadas com indutor (B) aos 70 dias após o plantio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0110$).

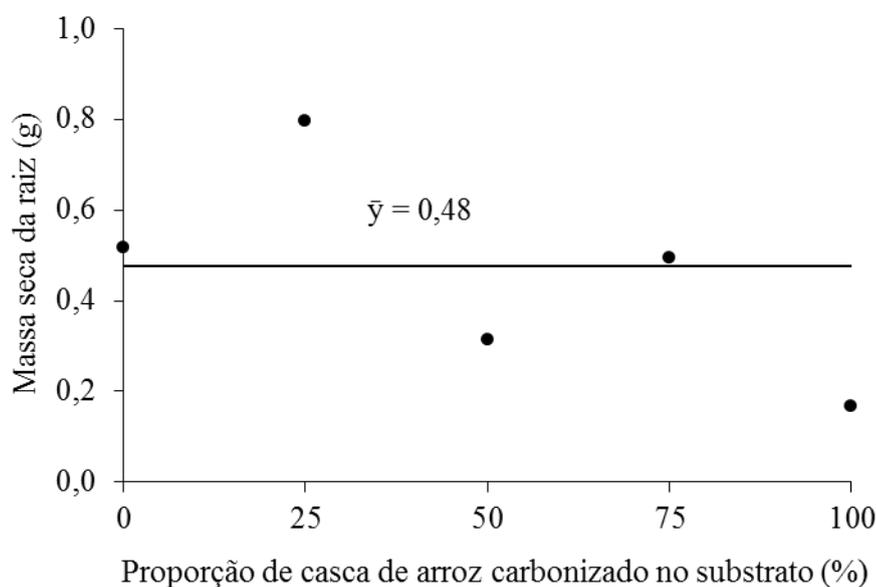


Figura 12. Massa seca de raízes de estacas de goiabeira cv. Paluma, cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos e casca de arroz carbonizado aos 70 dias após o plantio.

A maior massa de raízes possui forte influência no desenvolvimento da muda, em viveiro, sendo necessária a utilização de ferramentas que venham a atuar nessa necessidade, pois a muda, apta ao posterior transplante ao campo, deve possuir uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes.

Yamamoto et al. (2010) trabalhando com enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI', tratadas com ácido indolbutírico, veiculado em talco e álcool, observou que, na massa seca, a maior concentração, tanto em solução quanto em talco, conferiu as maiores médias e essas diferiram entre si, sendo o melhor resultado obtido na solução hidroalcoólica.

Zietemann e Roberto (2007), obtiveram maior massa seca de raízes de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' com 1000, 1500 e 2000 mg L⁻¹ de AIB e para cultivar Paluma, os melhores resultados foram obtidos nas concentrações de 1500 e 2000 mg L⁻¹ de AIB e, de acordo com Tavares et al. (1995), a massa seca de raízes resultarão em melhor padronização do desenvolvimento das raízes e na qualidade das mudas formadas.

Zietemann et al. (2007), em seu ensaio, com estacas herbáceas da goiabeira cultivar Paluma, não observaram diferenças significativas para a massa fresca e massa seca de raiz, testadas com os substratos de casca de arroz carbonizada (CAC) e vermiculita (VGM). No entanto, Araújo et al. (2013), trabalhando com mamoeiro formoso, verificaram que, para a massa seca da raiz, tanto o tipo de estaca como o tipo de substrato proporcionaram diferenças significativas entre as médias, registrando maior valor na formulação com o substrato 75% de casca de arroz carbonizada + 25% de fibra de coco. Esses resultados corroboram com os obtidos neste ensaio, pois evidenciam que a utilização da casca de arroz deve ser realizada com outro componente que favoreça a adsorção de água, reduzindo a lixiviação e permitindo melhor ancoragem da estaca no substrato.

As variações dos pontos encontrados, de maneira geral, é resultado da variação das estacas, por causa da morte de muitas delas ou que apenas se mantiveram vivas, sem raiz e assim por diante. Contudo, quando nos referimos à massa fresca da parte aérea, bem como para a massa seca da parte aérea, nota-se que essa variação novamente se acentua, sendo apurada a influência do Radimaxi para essa variável. Ele atuou na manutenção da parte aérea e dos calos, que pode predizer que seria necessário um tempo a mais no viveiro ou uma dose com maior concentração, na busca de que este produto atenda às necessidades das mudas. Algo diferente do que é encontrado no AIB, que apresenta uma tendência mais satisfatória ao enraizamento, sendo necessário fazer pequenos ajustes, na busca de se obter valores ainda melhores.

4 CONCLUSÃO

- O substrato com formulação 25% casca de arroz + 75% composto orgânico (S1) proporciona maior percentual de enraizamento, calo, brotação e massa seca da raiz, reduzindo a proporção de mortalidade das estacas e zerando o percentual de estacas vivas sem raiz, sendo, por isso, indicado para a propagação de estacas herbáceas de goiabeira „Paluma“, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB;
- O Radimaxi 20[®], na concentração de 2000 mg L⁻¹, promove o aumento da parte vegetativa das estacas e estimula a formação de calos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R. S. de.; SANTOS, C. E. dos.; ZIETEMANN, C.; ASSIS, A. M. de.; MORAIS, V. J. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas semilenhosas do pessegueiro 'Okinawa' submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico. **Acta Scientia Agronômica** Maringá, v. 27, n. 3, p. 461-466, 2005.

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

ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas de frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 47-55, 1983.

AMORIM, D. A. de.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A. de.; MODESTO, V. C.; NATALE, W. Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras „paluma“: I. Efeito na produtividade e na qualidade dos frutos para industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 201-209, 2015.

ARAÚJO, A. C. de.; ARAÚJO, A. C. de.; DANTAS, M. K. L.; PEREIRA, W. E.; ALOUFA, M. A. I. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 8, n.1, p. 210-216, 2013.

BIASI, L.; BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. magnolia e topsail. **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 405-407, 2005.

BIAZATTI, I M. A. **Potencial de enraizamento, vigor, enxertia interespecífica e resistência a *Meloidogyne enterolobii* em genótipos de araçazeiros**. 2013. 67 f. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

BORDIN, I.; ROBERTO, S. R.; HIDALGO, P. C.; BÜRKLE, R. Efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 215-218, 2005.

CARDOSO, C.; YAMAMOTO, L. Y.; PRETI, E. A.; ASSIS, A. M. de. ; NEVES, C. S. V. J.; RUFFO ROBERTO, S. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro „Okinawa“ coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1307-1314, 2011.

CARVALHO JUNIOR, W. G. O.; MELO, M. T. P. de; MARTINS, E. R. Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim-pimenta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2199-2202, 2009.

CATUNDA, P. H. A.; MARINHO, C. S.; GOMES, A. M. M. de.; CARVALHO, A. J. C. Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro „Imperial“. **Acta Scientia Agronômica** Maringá, v. 30, n. 3, p. 345-352, 2008.

COLOMBO, L. A.; TAZIMA, Z. H.; MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F. S.; BAQUERO, J. E.; AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.

COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da. **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória, Incaper, 341 p. 2003.

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

COSTA, R. DE Q.; BARBOSA, G. M.; COCOZZA, F. D. M.; REIS, T. C.; ROXANA, S. M. N. Desenvolvimento de estacas caulinares de *Byrsonima verbascifolia* tratadas com ácido indolbutírico. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 16, 2013.

CUNHA, P. S. de C. F. **Enraizamento de estacas de spondias submetidas a doses de ácido indolbutírico (AIB) e substratos**. 2013. 79 f. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA. Mossoró, RN, 2013.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: [s.n.], 2005. 221 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.

FERREIRA, E. M., ALFENAS, A. C., MAFIA, R. G., LEITE, H. G., SARTORIO, R. C., PENCHEL FILHO, R. M. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 183-187. 2004.

FISCHER, D. L. de O.; FACHINELLO, J. C.; ANTUNES, L. E. C.; TOMAZ, Z. F. P.; GIACOBBO, C. L. Efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 285-289, 2008.

FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira „Rica“ produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 183-185, 2004.

FRANZON, R.; ANTUNES, LUIS E. C.; RASEIRA, MARIA do C. B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 4, p. 515-518, 2004.

GARBUIO, C.; BIASI, L. A.; KOWALSKI, A. P. J.; SIGNOR, D.; MACHADO, E. M.; DESCHAMPS, C. Propagação por estaquia em patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estaca. **Scientia Agraria**, v. 8, p. 435-438, 2007.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. Propagacion de plantas: principios y practicas. México: Compañia Editorial Continental, 1990. 760 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice-Hall, p. 880, 2002.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T. **Propagación de plantas: principios y prácticas**. 5.ed. México: Continental, 1997.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. **In:** KÄMPF, A. N.; FIRMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 1999, p. 139-146.

KLEIN, C.; VANIN, JUCELAINE.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 18, n. 2, p. 110-117, 2012.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. de. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 41, n. 12, p. 2073-2079, 2011.

LIONAKIS, S. M. **Physiological studies on growth and dormancy of the Kiwifruit plant (*Actinidia chinensis* Planch)**. 1981. 381 f. Thesis (PhD) – University of London, London. 1981.

MARTINS, A. B. G. **Enraizamento de estacas enfolhadas de três variedades de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.)**. 1998. 95 p. Tese. FCAV-UNESP. Jaboticabal, 1998.

MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA R.; NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p.

MILHEM, L. M. A. **Ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaquia**. 2011. 68 p. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2011.

MORGADO, I. F. **Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum* spp.** 1998. 102 p. Tese. Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 1998.

NACHTIGAL, J. C. **Obtenção de porta-enxertos ‘Okinawa’ e de mudas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) utilizando métodos de propagação vegetativa**. 1999. 165 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 1999.

OLIVEIRA, A. P. de.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. de O. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 282-285, 2003.

OLIVEIRA, M. C.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, A. F.; RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 337-344, 2010.

PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; BANZATTO, D. A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em câmaras de nebulização. **Científica**, v. 11, n. 2, p. 239-244, 1983.

PEREIRA, M.; OLIVEIRA, A. L.; GONCALVES, A. N.; ALMEIDA, M. de. Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jaboticabeira [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg.] **Scientia Forestalis**, n. 69, p. 84-92, 2005.

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. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *glomus clarum*, em substrato agroindustrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.2, p.519-523, 2002.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V.; TARDIN, F. D. Goiabeira „Paluma“ sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 785-792, 2007.

SERRANO, L. A. L.; SILVA, C. M. M. S.; OGLIARI, J.; CARVALHO, A. J. C.; MARINHO, C. M.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 487-491, 2006.

SILVA, S. S. da.; KLOSOWSKI, A. C.; KOYAMA, R.; FABRI, C. A.; GOMES, L. L.; ZUFFELLATO-RIBA, K. C. Enraizamento de estacas de *Jasminum polyanthum* tratadas com ácido indolbutírico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 17-20, 2012.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura: Propagação vegetativa**. Piracicaba-SP: FEALQ, p. 81-94, 1998.

SOUZA, M. Nutrição e adubação para produzir mudas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 102, p. 40-43, 1983.

SOUZA, N. A. **Utilização da casca de coco para produção de tutores tipo xaxim e substrato para cultivo de *Syngonium angustatum* Schott**. 2002. 81 f. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos, 2002.

TARRAGÓ, J.; SANSBERRO, P.; FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GONZÁLEZ, A.; LUNA, C.; MROGINSKI, L. Effect of leaf retention and flavonoids on rooting of *Ilex paraguariensis* cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 479-488, 2005.

TAVARES, M. S. W.; KERSTEN, E.; SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995.

TREVISAN, R.; SCHWARTZ, E.; KERSTEN, E. Capacidade de enraizamento de estacas de ramos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) de diferentes cultivares. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 5, n. 1, p. 29-33, 2000.

VALE, M. R.; CHALFUN, N. N. J. ; MENDONCA, V.; MIRANDA, C. S.; COELHO, G. V. A. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, p. 69-74, 2008.

VIGNOLOI, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. dos S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 467-472, 2014.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. de S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. de; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. „Século XXI“ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 5, 2010.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. paluma e século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de Mudras de Goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Diferentes Substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

CAPÍTULO IV

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEA E SEMILENHOSA DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) CULTIVAR SÉCULO XXI, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Enraizamento de estacas herbácea e semilenhosa de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivar Século XXI, tratadas com diferentes concentrações de AIB.** 2015. 155 f. Dissertação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

RESUMO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) possui uma abrangência de cultivo, por causa de sua importância econômica, social e alimentar para a humanidade. Portanto, objetivou-se, com esse trabalho, estabelecer um protocolo para o enraizamento de estacas herbáceas e semilenhosas de goiabeira cultivar Século XXI, em diferentes concentrações de AIB para a produção comercial de mudas. Para o enraizamento de estacas herbáceas e semilenhosa, foram coletadas estacas da parte apical e mediana dos ramos laterais, com quatro pares de folhas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos constando de seis concentrações de AIB (0,0, 0,0*, 1000, 1500, 2000 e 2500 mg L⁻¹), e dois tipos de estacas (herbáceas e semilenhosas) com quatro repetições de 10 estacas por parcela, sendo 0,0 referente à testemunha absoluta (plantada de forma direta, sem nenhum tratamento) e a 0,0* a testemunha relativa (imersa em água destilada por 12 horas). Foram analisadas as seguintes variáveis: Estacas enraizadas; Estacas enraizadas sem folha; Estacas vivas sem raiz; Estacas com calo; Brotação; Retenção foliar; Mortalidade; Número de raízes; Comprimento das raízes; Massa fresca da parte aérea; Massa seca da parte aérea; Massa fresca da raiz; Massa seca das raízes. Concluindo-se que a estaca herbácea é a mais indicada para a propagação de mudas de goiabeira cultivar Século XXI. O contraste entre o zero absoluto e o zero relativo não apresentou diferença significativa; A aplicação de 2500 mg L⁻¹ de AIB proporciona as melhores características quanto à porcentagem de enraizamento, retenção foliar, número de raízes, massa fresca e massa seca da parte aérea e massa fresca e massa seca de raízes em estacas herbáceas da *Psidium guajava* L.'Século XXI'.

Palavras-chave: Goiaba, Hormônio, Propagação Vegetativa.

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Rooting of herbaceous cuttings and semi woody guava (*Psidium guajava* L.) Sécuro XXI cultivar, treated with different concentrations of IBA.** 2015. 155 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. - UFPB. Areia – PB, 2015. Advisor: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

ABSTRACT

The guava (*Psidium guajava* L.) has a growing extent by virtue of its economic importance, social and food for mankind. Therefore, the aim of this work was to establish a protocol for the rooting of herbaceous cuttings and semihardwood guava farming Sécuro XXI in different concentrations of IBA for the commercial production of seedlings. For rooting softwood cuttings and softwood cuttings were collected from the apical part and median of side branches, with four pairs of leaves. The experimental design was completely randomized, with treatments consisting of six concentrations of IBA (0.0, 0.0*, 1000, 1500, 2000 and 2500 mg L⁻¹), and two types of cuttings (herbaceous and semihardwood) with four replications 10 cuttings per plot, and 0.0 concerning absolute control (planted directly without any treatment) and 0.0* the relative witness (immersed in distilled water for 12 hours). The following variables were analyzed: Rooted cuttings; rooted cuttings without leaves; live cuttings rootless; cuttings with callus; budding; leaf retention; mortality; number of roots; length of roots; shoot fresh weight; shoot dry mass; fresh root weight; dry weight of the roots. It concluded that herbaceous cuttings is the most suitable for the propagation of guava plants grow Sécuro XXI; The contrast between absolute zero and the relative zero showed no significant difference; The application of 2500 mg L⁻¹ IBA provides the best characteristics in terms of rooting percentage, leaf retention, number of roots, fresh and dry weight of shoot and fresh and dry root in herbaceous cuttings of *Psidium guajava* L. 'Sécuro XXI'.

Key words: Guava, Hormone, Vegetative propagation.

1 INTRODUÇÃO

Classificado como o sétimo produtor mundial de goiabas (*Psidium guajava* L.) (FAO 2013), o Brasil é detentor de produção representativa, nos segmentos de consumo de frutas frescas e industrializados. Nos pomares brasileiros, a maior parte das goiabeiras utilizadas são da cultivar Paluma, por causa da produtividade e das suas características apreciáveis, quanto ao seu fruto. No entanto, uma nova cultivar está sendo introduzida no mercado: a cultivar Século XXI, que é o resultado da seleção da planta 8502-01; um cruzamento entre („Supreme-2“ x „Paluma“) (PEREIRA et al., 2003).

Possuindo particularidades que superam a produção e o rendimento industrial, a Século XXI é detentora de sementes menos perceptíveis, durante a mastigação, favorecendo a expansão do mercado de consumo *in natura*. Contudo esse mercado está condicionado à qualidade dos frutos e enfatiza a necessidade de perícia, ao realizar a propagação dessa frutífera, pois os protocolos de enraizamento ainda necessitam ser implementados (PEREIRA et al., 2003).

A propagação de estacas depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta, além de vários fatores que podem influenciar o enraizamento dessas, os quais podem ser tanto intrínsecos, relacionados à planta, quanto extrínsecos, ligados às condições ambientais (DIAS, 2011). O uso de estacas com um baixo teor de lignificação, em ambientes com umidade relativa alta, obtido por nebulização intermitente, além do emprego de reguladores de crescimento, tem sido a técnica mais empregada na propagação comercial de algumas culturas (ZIETEMANN, 2007; MARINHO, 2009).

Segundo Costa et al. (2010), para a exportação de frutas, essas devem apresentar características de uniformidade, sem nenhum dano físico e com aspecto de frutos saudáveis, sendo dessa maneira, a utilização de ferramentas, no auxílio do processo de propagação de mudas, uma vantagem. Alguns elementos são utilizados para favorecer tal vantagem do produtor, a exemplo, dos fitohormônios que estão ligados diretamente ao processo de formação de raízes, embora, as concentrações variem, em função da espécie, do estado de maturação, das condições ambientais e da forma de aplicação (BORTOLINI, 2006; HARTMANN et al., 2011).

Ainda que se possam encontrar os fitohormônios puros para indução ao enraizamento, há no comércio, versões de fácil aplicação, como é o caso de reguladores sintéticos. O ácido

indolbutírico (AIB) é provavelmente a principal auxina sintética de uso geral, porque não é tóxica para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações. Além disso, é bastante efetiva para um grande número de espécies e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas (LONE et al., 2010).

Diante do exposto, objetivou-se estabelecer um protocolo para o enraizamento de estacas do tipo herbácea e semilenhosa de goiabeira cultivar Século XXI, em diferentes concentrações de AIB.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e coleta das estacas

As estacas de goiabeira cv. Século XXI foram colhidas de plantas matrizes, com cinco anos de idade, oriundas de propagação assexuada, pertencente à propriedade Jardins, localizado no município de Alhandra, PB.

Foram coletadas estacas do tipo herbácea da parte apical e semilenhosa da parte mediana dos ramos laterais, com quatro pares de folhas, sendo envolvidas em papel umedecido e acondicionadas em sacos plásticos, formando uma câmara úmida, em seguida foram transportadas ao Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/CCA/UFPB).

2.2 Preparação das estacas herbáceas e semilenhosa

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com fatorial 6x2, constando de seis concentrações de ácido indolbutírico - AIB (0,0, 0,0*, 1000, 1500, 2000 e 2500 mg L⁻¹) e dois tipos de estacas (herbáceas e semilenhosas) com quatro repetições de 10 estacas, por parcela, onde as doses 0,0 são referentes à testemunha absoluta (plantada de forma direta, sem nenhum tratamento) e a 0,0* a testemunha relativa (imersa em água destilada por 12 horas).

O material herbáceo e semilenhoso foi colocado na câmara de nebulização durante o preparo seccionando a parte apical, medindo em torno de 5 a 10 cm de comprimento, e da parte mediana com 10 cm de comprimento, ambos com um par de folhas, tendo seus limbos reduzidos à metade do comprimento.

O preparo das estacas incluiu um corte em bisel, logo abaixo de um nó, com a eliminação das folhas da parte basal, deixando-se um par de folhas na parte superior. Durante o preparo, as estacas foram dispostas em um recipiente com água para evitar a desidratação.

Após o preparo das estacas, preparou-se a solução hidroalcoólica do AIB, sendo pesados 0,1 g de AIB e dissolvidos em 50 mL de álcool, em um Becker. Após totalmente dissolvido o AIB, completou-se o volume para 100 mL, com água destilada, obtendo-se então a concentração de 1000 mg L⁻¹ de AIB; sendo repetido esse mesmo procedimento para as demais doses utilizadas. As soluções foram envolvidas em papel alumínio, a fim de evitar a

fotodegradação. Após o término do preparo as estacas foram agrupadas, conforme o número, por repetição e tiveram 1,0 cm da base colocada na solução hormonal por 5 segundos, conforme o tratamento. Após o tratamento, as estacas foram plantadas em tubetes, tendo como substrato a mistura de 50% da casca de arroz carbonizada e 50% do composto orgânico. A casca de arroz carbonizada foi adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico foi obtido pela compostagem de resíduos orgânicos (materiais de limpeza do pomar: galhos, gramíneas, folhas e dentre outras) e esterco bovino. As estacas foram mantidas sob sistema de nebulização durante todo o ensaio, onde era ligado o sistema por 10 segundos com intervalo de 10 minutos. Para proteção das mudas contra o excesso de luminosidade foi utilizado a cobertura com sombrite (50%) e para o controle de doenças fúngicas, as estacas foram tratadas pulverizações quinzenais com fungicida Aliette®.

2.3 Variáveis analisadas

Aos 70 dias, a partir da instalação do experimento, considerando o trabalho de Colombo et al. (2008); Yamamoto et al. (2010), nos experimentos, foram analisadas as seguintes variáveis:

1. Estacas enraizadas – Foi realizada a contagem das estacas que apresentaram pelo menos uma raiz e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
2. Estacas enraizadas sem folha – Foi realizada a contagem das estacas que apresentaram pelo menos uma raiz, mas não apresentavam folhas. Posteriormente realizou-se a transformação dos dados para percentual;
3. Estacas vivas sem raiz – Foi realizada a contagem das estacas que estavam vivas, mas que não apresentaram raiz e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
4. Estacas com calo – Foi realizada a contagem das estacas que apresentaram calo e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
5. Estacas com brotação - Foi verificada a quantidade de estacas que apresentou brotos, ao fim do ensaio e realizado posteriormente a transformação dos dados em percentual;
6. Retenção foliar – Foi verificada a quantidade de estacas que manteve e adquiriu folhas do início até ao final do ensaio;

7. Mortalidade – Foi verificada a quantidade de estacas que não sobreviveu, ao fim do ensaio e realizado posteriormente a transformação dos dados em percentual;
8. Número de raízes – Foi verificada, através da contagem das raízes apresentadas nas estacas;
9. Comprimento das raízes – Foi verificada com a medição realizada com auxílio de régua;
10. Massa fresca da parte aérea – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas coletadas, as quais foram colocadas posteriormente em sacolas de papel e postas em estufa por 48 horas a 65°C;
11. Massa seca da parte aérea – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas após secagem em estufa;
12. Massa fresca da raiz – pesagem com auxílio da balança analítica da raiz das estacas ao serem coletadas, as quais foram colocadas posteriormente em sacolas de papel e postas em estufa por 48 horas a 65°C;
13. Massa seca das raízes – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas após secagem em estufa.

2.4 Análise estatística

Para as análises estatísticas, inicialmente realizou-se a transformação dos dados para as funções raiz quadrada ($y + 0,5$), quando obtidos por contagem e, logarítmica ($\log + 1$), para os quantitativos. Em seguida, realizou-se análise de variância, utilizando o teste F para se verificar os efeitos isolados e a interação entre os fatores. Em seguida, realizou-se análise de regressão em relação às concentrações do ácido AIB, utilizando o teste F ($p \leq 0,10$), para se verificar o ajuste dos modelos. Também foi testado o contraste entre as estacas sem tratamento (aplicação do indutor), comparadas às estacas imersas em água por 12 horas, utilizando-se o teste F para se verificar o efeito ($p \leq 0,10$). Utilizou-se o software SAS/STAT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o percentual de estaca enraizada, foi possível verificar que o maior valor para as concentrações de AIB, dentre os pontos do ajuste do modelo linear, foi encontrado para a concentração de 2500 mg L⁻¹, nas estacas herbáceas, assim, como foi obtido para as estacas do tipo semilenhosa (Figura 1A). Quando realizado o desdobramento entre estacas, foi constatado ainda que as estacas, do tipo herbáceas se sobressaíram em relação às estacas semilenhosas, com o maior percentual de enraizamento (17,5 %) (Figura 1B).

O fato das estacas, do tipo herbácea, possuírem resultados satisfatórios, como acima citados, pode estar ligado à questão das estacas herbáceas apicais apresentarem grandes concentrações de flavonoides, o que auxilia no enraizamento, enquanto os fenóis estão presentes em lenhosas basais, derivados do ácido cinnâmico, que estão em altas concentrações e que são grandes inibidores do enraizamento (ROSSAL, 2006).

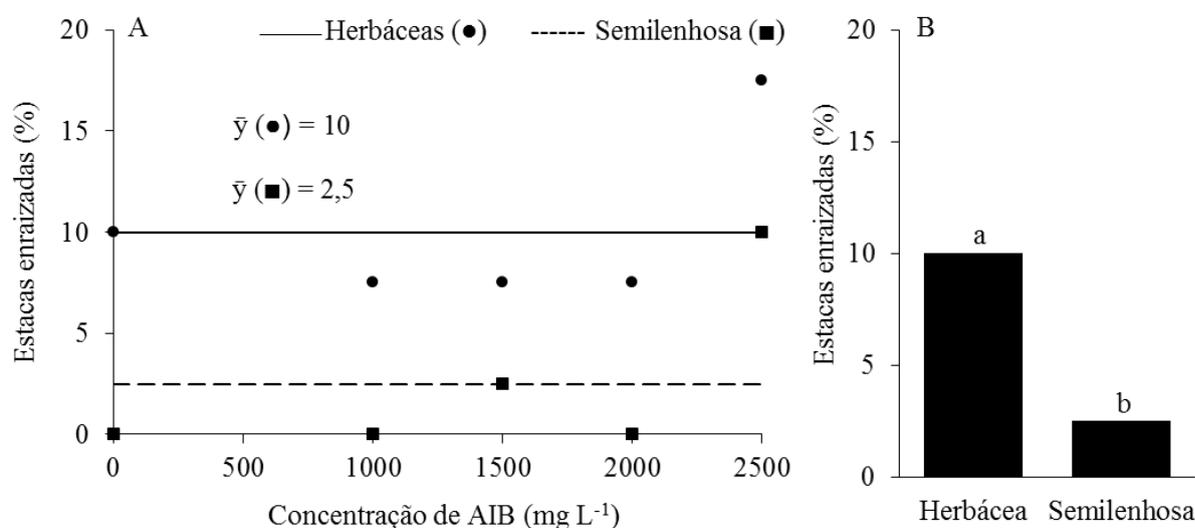


Figura 1. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) enraizadas de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0026$).

As auxinas, envolvidas no processo de propagação, são reguladores vegetais que exercem importante função no crescimento e desenvolvimento vegetal, tendo relação direta com a estimulação do enraizamento adventício em estacas e com a maneira exógena foi possível constatar o uso benéfico desse regular no enraizamento das estacas da cultivar Século XXI (ZIETEMANN, 2007).

Resultado semelhante ao encontrado na figura 1, ocorreu também no ensaio de Coelho (2001), verificando o enraizamento de estacas verdes enfolhadas, onde observou que a aplicação de AIB, na dose de 2000 mg L^{-1} , na base das estacas herbáceas, influenciou significativamente na porcentagem de enraizamento de cajarana, sendo o melhor resultado (80% de enraizamento).

No ensaio de Milhem (2011), onde ele averiguou os ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira, produzidas por miniestaquia, os maiores percentuais de enraizamento foram obtidos em ambiente de câmara de nebulização intermitente, com a estaca do tipo herbácea (58,75%). No entanto, quando se refere à cultivar Paluma, o maior índice de enraizamento foi de 87,50%, divergindo da cultivar Cortibel 6, que apresentou apenas 11,25%. Santana (2014), trabalhando com estacas herbáceas de goiabeira cultivar chinesa e concentrações de AIB, verificou que a dose de 1500 mg L^{-1} apresentou o melhor percentual de enraizamento.

Em goiabeira, Hafez-ur-rahman et al. (1988), observando o enraizamento de diferentes tipos de estacas de goiabeira e usando regulador de crescimento, conclui que não obtiveram nenhum enraizamento, em estacas lenhosas, entretanto em estacas apicais obtiveram 94,44% de enraizamento.

Em relação às estacas enraizadas sem folhas, observou-se um modelo quadrático para as estacas semilenhosas, obtendo a maior dose na concentração de 2500 mg L^{-1} , com um valor de 7,5%. Divergindo das estacas do tipo herbácea que obtiveram o maior valor de estacas enraizadas sem folhas na concentração de 1500 mg L^{-1} (Figura 2).

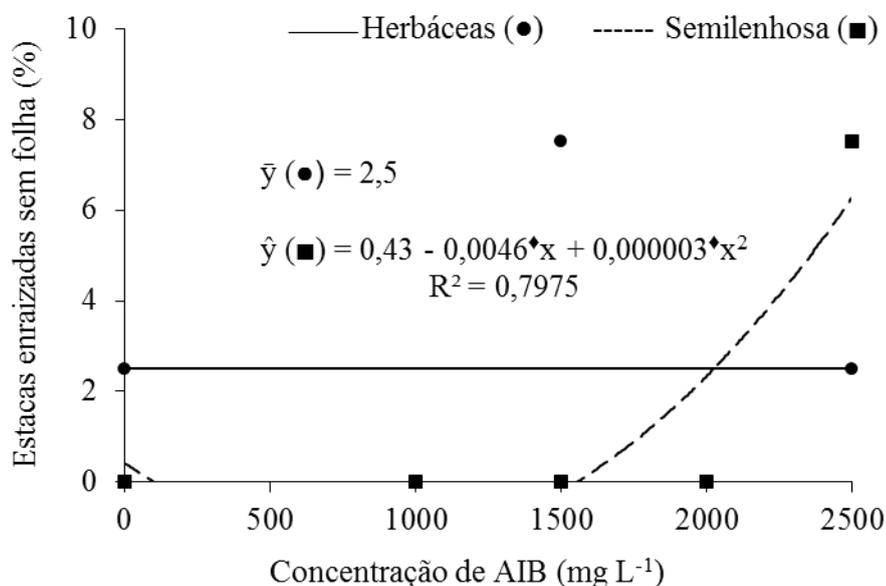


Figura 2. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) enraizadas sem folha de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico). ♦: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Para o percentual de estacas vivas sem raiz, foi possível detectar os maiores percentuais encontrados na concentração de 1000 mg L⁻¹, (27,5%) para as estacas do tipo herbácea e 30% na concentração 0 para as estacas do tipo semilenhosa (Figura 3A). Verificando que as estacas do tipo herbácea, novamente apresentaram valores superiores aos encontrados pelas estacas semilenhosas (Figura 3B).

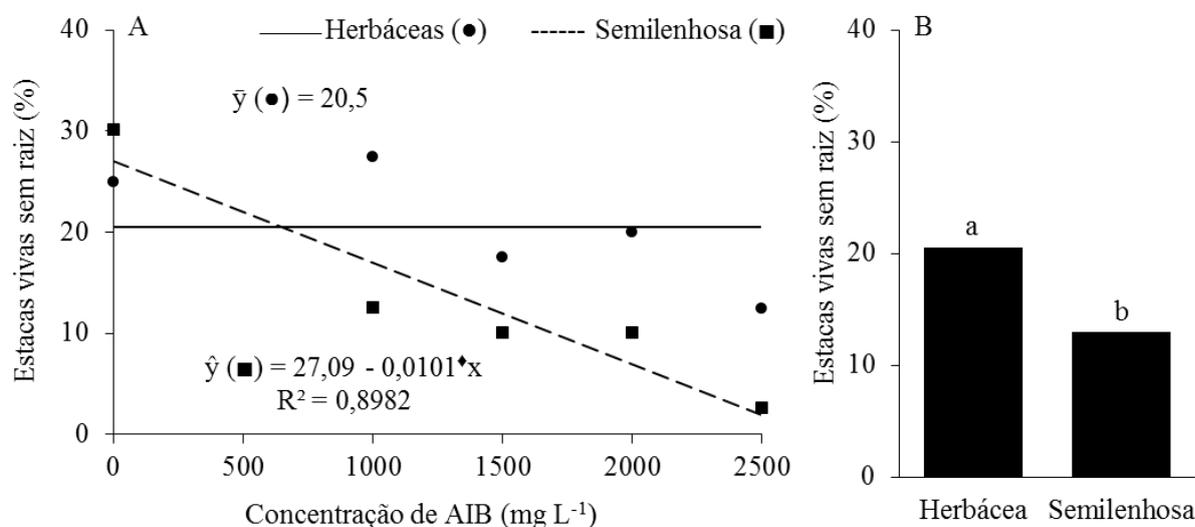


Figura 3. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) vivas em raiz de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). ♦: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F (p = 0,0103).

O decréscimo do percentual de estacas vivas sem raiz, de acordo com o aumento das doses de AIB para as estacas do tipo semilenhosas, pode ser decorrente do percentual de mortalidade das estacas, diferindo da estaca tipo herbácea, que apesar de ter obtido percentuais um pouco abaixo na variável estaca viva sem raiz, conseguiu atestar um valor maior no percentual de enraizamento.

No entanto, outro fator, que pode interferir no comportamento positivo das estacas semilenhosas, é o tempo de permanência no viveiro, podendo esse não ter sido favorável ao enraizamento, por ser necessário, para o processo com esse material, um período de tempo maior. Contudo, em algumas situações, a ultrapassagem desse período também pode favorecer o aumento no índice de mortalidade ou a estabilização da estaca.

Dias et al. (1983), Bacarin et al. (1994) e Pereira et al. (1991) verificaram, em estacas de „Paluma“ e „Rica“, maior formação de raízes, no período de 30 a 45 dias, tendendo depois à estabilização ou mortalidade.

O percentual de estacas com calo não apresentou diferença significativa, quando relacionada às concentrações de AIB e aos dois tipos de estacas, exibindo um valor médio de 2,5% (Figura 4).

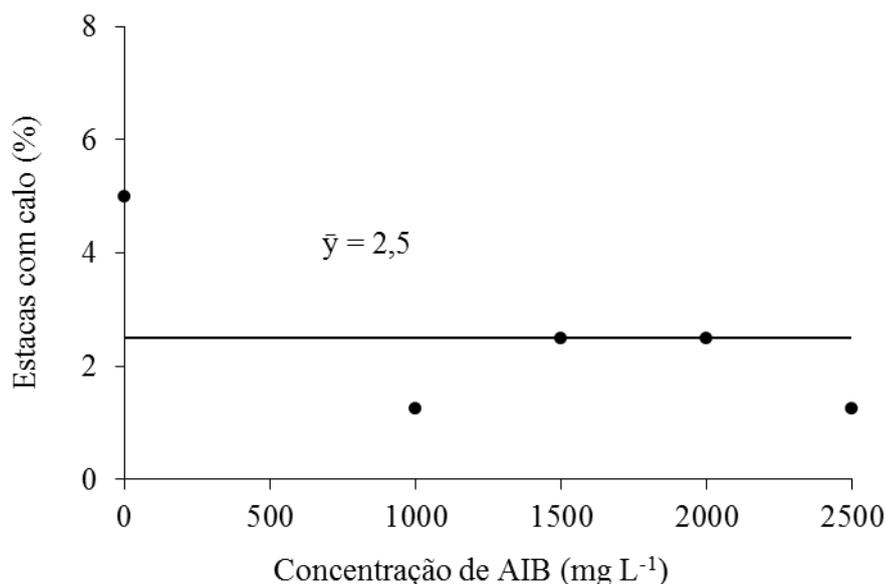


Figura 4. Percentagem de estacas com calo de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico).

Para a propagação vegetativa, é necessário um seccionamento da base das estacas, até mesmo para facilitar o contato dos indutores com o xilema e o floema da planta, e o aglomerado de células desorganizadas que aparece na base das estacas. Tempos depois do seccionamento é o tecido cicatrizado, também conhecido por calo.

Algumas raízes aparecem frequentemente após a formação de calos, devido às condições endógenas da estaca e do ambiente no qual se desenvolvem, mas existe duvidas se esse evento é um processo independente ou se ele é vinculado a calogênese (FACHINELLO et al., 1995; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES 2001; HARTMANN et al., 2011).

Cruz-Silva et al. (2013), avaliando a propagação vegetativa de jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi* hance) via estaquia, verificaram que as estacas de jasmim-amarelo não apresentaram formação de calos. Frazon et al. (2004) observaram pequena porcentagem de formação de calos na base das estacas de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.), de 0 a 5%, sem diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos com AIB e estacas de 12 e 18 cm de comprimento.

Para o percentual de estaca com brotos, foi possível verificar um ajuste do modelo linear, para ambos os tipos de estacas. Porém, para estaca do tipo herbácea, os maiores percentuais foram encontrados nas concentrações 0, 1000 e 2000 mg L⁻¹, e, para as estacas do tipo semilenhosa, nas concentrações de 1500 e 2500 mg L⁻¹ (Figura 5A). No desdobramento entre estacas, foi constatado ainda que, a estaca do tipo herbácea se sobressaiu, em relação às estacas semilenhosas, com o percentual de brotação de 5,0%, enquanto a semilenhosa obteve apenas 2,5% (Figura 5B).

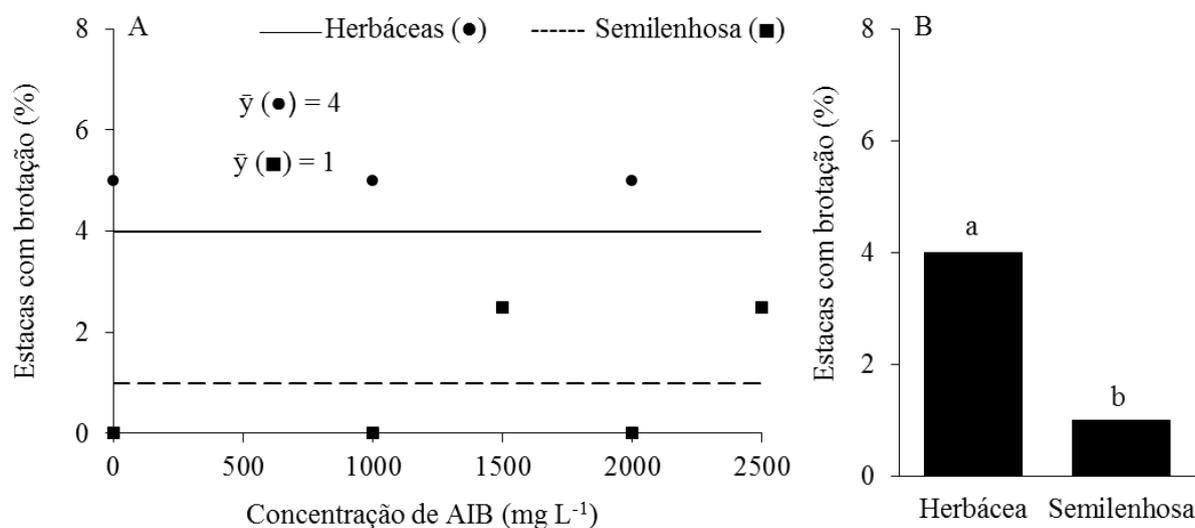


Figura 5. Percentagem de estacas (herbácea e semilenhosa) com brotação de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0661$).

Ribeiro et al. (2007), testando estacas de cajarana, obteve maior expressividade na estaca do tipo lenhosa, provavelmente devido ao tipo cultivar e /ou dose utilizada. No entanto, Cunha (2013) relata que, apesar do efeito significativo da interação substrato e AIB, que verificou um número reduzido de brotações, nas estacas lenhosas de cajarana, possivelmente devido à utilização das reservas presentes nas estacas para o favorecimento do enraizamento.

Santana (2014), analisando o enraizamento de estacas de goiabeira cultivar „chinesa“, com o uso de ácido indolbutírico, sob câmara de nebulização, observou que, em relação à brotação de gemas nas estacas, não foram observadas diferenças significativas para as dosagens de AIB nem para os tipos de origem das estacas coletadas de ramos com ou sem anelamento.

Contudo, deve-se salientar que a emissão de brotos nas estacas nem sempre é indicativo de posterior sucesso na propagação, pois, algumas vezes, a emissão do broto ocorre antes da emissão do sistema radicular, em função da temperatura estar mais elevada

proporcionando a brotação das gemas, sem que haja formação de raízes, tornando as estacas susceptíveis ao ressecamento por perda de água e prejudicando, desse modo, a formação de raízes e, em alguns casos, tornando-se indesejada para o sucesso da estaquia (FACHINELLO et al., 2005; BASTOS, 2006).

Quanto à retenção foliar, a estaca do tipo herbácea obteve os maiores percentuais na concentração de 2500 mg L⁻¹ e as estacas do tipo semilenhosa, na concentração de 1500 mg L⁻¹ (Figura 6A). Quando realizado o desdobramento entre estacas, foi constatado que a estaca do tipo herbácea se sobressaiu, novamente em relação às estacas semilenhosas, com o percentual de retenção foliar de 0,40%, enquanto, a semilenhosa obteve apenas 0,08% (Figura 6B).

Dentre as necessidades básicas para um bom processo de propagação está a presença de folhas, completas ou cortadas ao meio, pois influenciará na formação radicular, auxiliando no transporte de substâncias promotoras de enraizamento, uma vez que permitem o fornecimento de carboidratos, por meio do processo fotossintético, possibilitando a divisão e alongamento das células (PEREIRA et al., 1983; COSTA e COSTA, 2003).

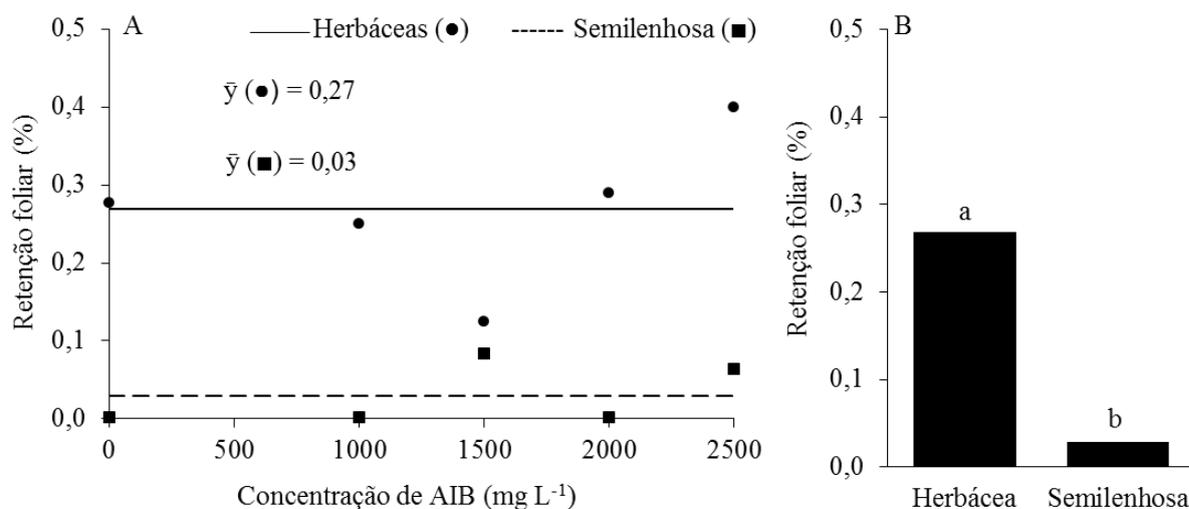


Figura 6. Retenção foliar de estacas (herbácea e semilenhosa) de goiabeira cv. Século XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0058$).

Bueno (1995) concluiu que a utilização de auxinas, associadas à presença de folhas, favorece o aumento da porcentagem de estacas enraizadas de aceroleira, sendo confirmado por Gontijo et al. (2003), onde eles concluíram que a presença de folhas é importante para o enraizamento de estacas de aceroleira. Ribeiro et al. (2007) verificaram ainda que estacas herbáceas de cajarana sem folhas não apresentaram quaisquer sinais de enraizamento, o que induziu a elevação da mortalidade.

A mortalidade não apresentou diferença significativa quando relacionada às concentrações de AIB e aos dois tipos de estacas, exibindo um valor médio de 75,8% de estacas mortas (Figura 7).

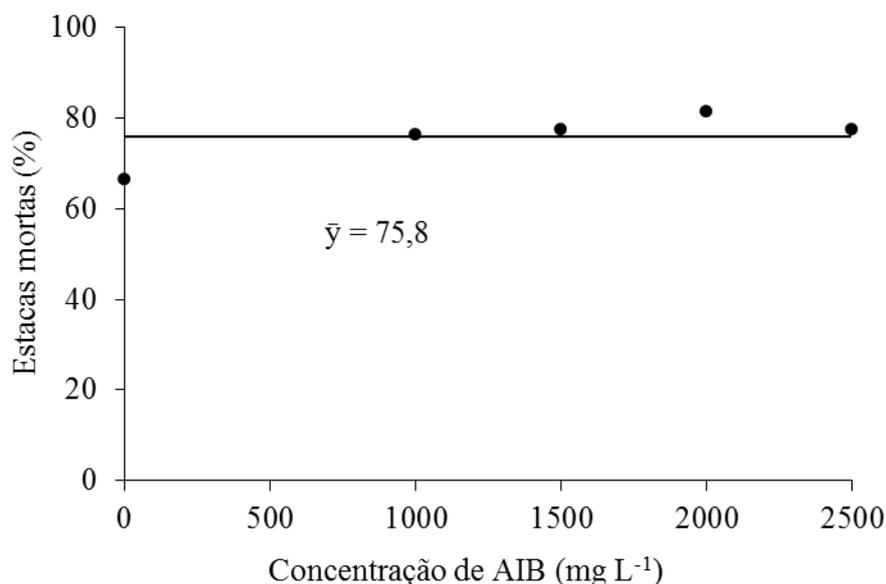


Figura 7. Percentagem de estacas mortas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico).

Bortolini (2006), em ensaio com estacas semilenhosas de manacá, verificou que a variável mortalidade obteve maior porcentagem registrada para a testemunha (35,63%), diferindo significativamente da concentração de 3000 mg L⁻¹ de AIB (15,00%). No ensaio de Mayer (2002), observou-se que a porcentagem de estacas herbáceas de umezeiro mortas sofreu influência do comprimento de estacas, onde as de 15 cm apresentaram mortalidade significativamente superior (49,38%) às estacas com 25 cm (23,13%).

Em relação ao número de raízes, observou-se um ajuste do modelo linear, onde a estaca do tipo herbácea obteve os maiores percentuais, na concentração de 2500 mg L⁻¹, e as estacas do tipo semilenhosa, na concentração de 1500 e 2500 mg L⁻¹ (Figura 8A). Com o desdobramento entre as estacas, foi verificado que, a estaca do tipo herbácea exibiu um percentual de número de raízes de 1,91 enquanto a semilenhosa exibiu apenas 0,75 (Figura 8B).

A emissão de raízes, em maior número, é fundamental para produção de mudas em escala comercial. Além disso, um sistema radicular bem formado aumenta a área de absorção de água e nutrientes, o que favorece o crescimento e desenvolvimento da muda (CARVALHO JUNIOR, 2009).

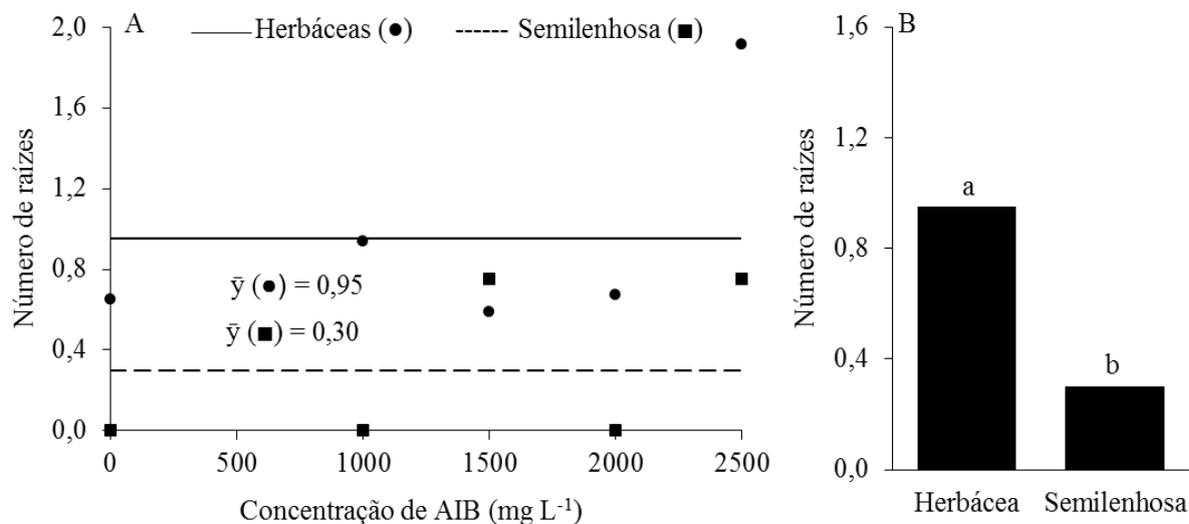


Figura 8. Número de raízes em estacas (herbácea e semilenhosa) de goiabeira cv. Sécuro XXI (A) tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico) (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p = 0,0177$).

Machado et al. (2005), trabalhando com videira „VR043-43“ (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*), verificaram que as concentrações de AIB empregadas diferiram da testemunha, tendo a concentração 3000 mg L⁻¹ proporcionado o maior número de raízes. Tofanelli et al. (2002) também notaram efeito significativo no emprego do AIB, havendo uma tendência no aumento do número de raízes da espécie de pessegueiro *Prunus persica* (L.) Batsch, principalmente nas concentrações de 2000 mg L⁻¹ e 3000 mg L⁻¹.

Podendo assim afirmar que, dependendo da cultura, as doses, variando entre 2000 e 3000 mg L⁻¹, possuem uma tendência satisfatória para induzir o número de raízes nas estacas, favorecendo o sucesso das mudas, visto a necessidade de uma boa formação radicular.

O comprimento radicular não apresentou diferença significativa, quando relacionada com as concentrações de AIB e os dois tipos de estacas, exibindo um valor médio de 5,98% de estacas mortas (Figura 9).

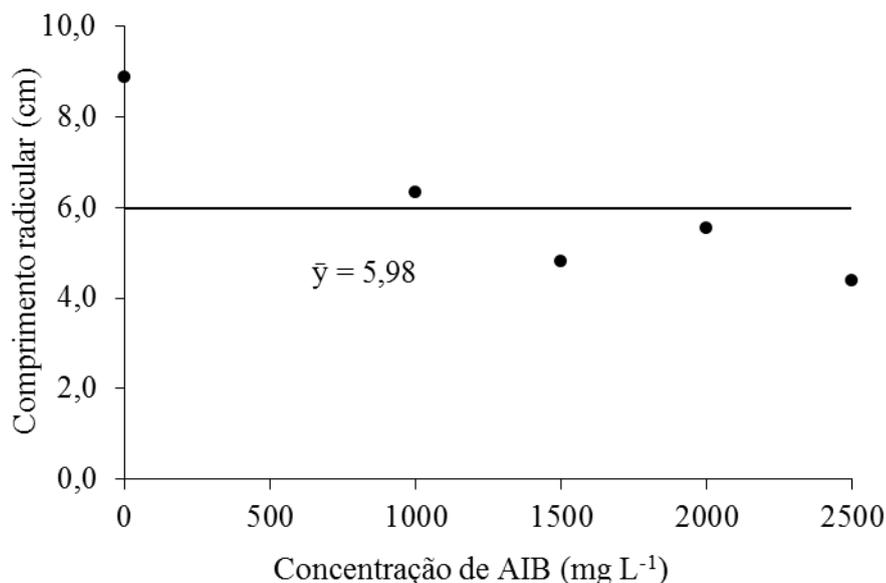


Figura 9. Comprimento radicular de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico).

O número e comprimento de raízes possuem uma significativa importância para a formação de mudas, uma vez, que o vigor delas dependerá diretamente dessas variáveis e as mudas que possuam um sistema radicular, de maior qualidade, terão melhor fixação ao solo, o que possibilitará um desenvolvimento rápido e vigoroso, proporcionando o aumento nas chances de sobrevivência (REIS et al., 2000; CAMPOS et al., 2005; LIMA et al., 2006).

Ribas et al. (2007), avaliando o ácido indolbutírico, no enraizamento de estacas semilenhosas, das cultivares de pessegueiro Della Nona e Eldorado, obtiveram efeito positivo no emprego do AIB, em relação ao comprimento médio de raízes, tendo a concentração 2000 mg L⁻¹, apresentado o melhor resultado (10 cm).

Pio et al., (2005), observando o enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) e utilizando ácido indolbutírico, verificaram que, para a espécie *Olea europaea* L., o tratamento 3000 mg L⁻¹ apresentou destaque, entre os demais, promovendo resultados superiores, em comprimento de raízes, sendo 12,11 cm para estacas com dois pares de folhas; 6,30 cm para estacas sem folha e 6,28 cm para estacas com um par de folhas. De modo geral, esses valores são superiores aos encontrados na figura 9, apesar de utilizarem uma concentração aproximada.

A massa fresca e a massa seca da parte aérea não apresentaram diferença significativa, quando relacionada às concentrações de AIB e os dois tipos de estacas, exibindo um valor médio de 1,00 g para a massa fresca e 0,46 g para massa seca, da parte aérea das estacas avaliadas (Figura 10A e 10B).

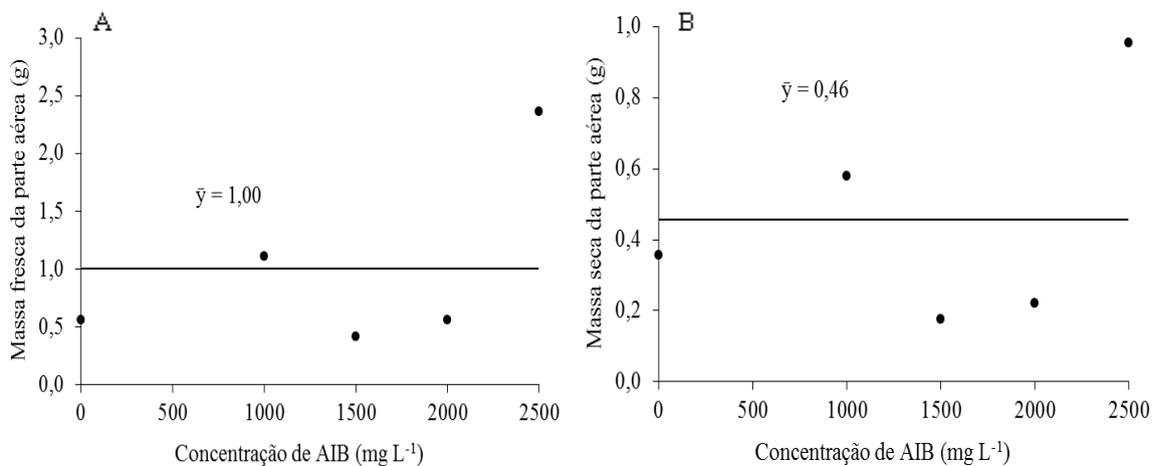


Figura 10. Massa fresca (A) e massa seca da parte aérea (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico).

A massa fresca e a massa seca da raiz não apresentaram diferença significativa, quando relacionada às concentrações de AIB e aos dois tipos de estacas, exibindo valor médio de 0,55 g para a massa fresca e 0,22 g para a massa seca da raiz das estacas avaliadas (Figura 11A e 11B).

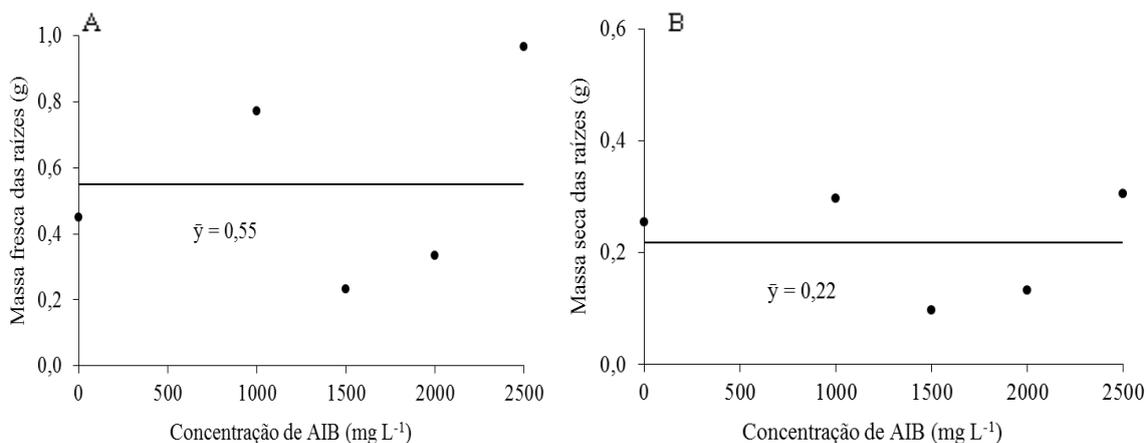


Figura 11. Massa fresca (A) e massa seca de raízes (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor AIB (ácido indolbutírico).

Tavares et al. (1995), observando os efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira, constataram que o peso máximo de raízes secas foi de (0,65 g), sendo obtido com 4.347 mg L⁻¹ de AIB. Nachtigal et al. (1994), trabalhando com enraizamento estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine), com o uso do

ácido indolbutírico, obtiveram resposta quadrática, com peso seco de raízes máximo (0,22 g), sendo obtido com a concentração de 200 mg L⁻¹ de AIB, pelo método de imersão lenta. Valor igual ao encontrado na figura 11, porém, com a utilização de uma maior concentração.

Andrade (2001), verificando o enraizamento adventício de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), em função da variedade, condições de luz das plantas matrizes e tratamento das estacas com ácido indolbutírico, observou que, para as características peso de matéria fresca e seca de raízes, as concentrações de AIB ajustaram-se à uma equação de regressão de segundo grau; sendo que o peso de matéria fresca máximo (5,21 g) foi obtido com 2.452,97 mg.L⁻¹ e o peso máximo de matéria seca (1,06 g), obtido com 2.600,55 mg.L⁻¹, valores superiores aos encontrados na figura 11, porém, com doses aproximadas.

Esses resultados vêm confirmar que as concentrações próximas de 2500 mg L⁻¹ foram as que potencializaram maior desenvolvimento de raízes, apesar do comprimento radicular não ter sido influenciado satisfatoriamente por esta dose.

4 CONCLUSÃO

- A estaca herbácea é a mais indicada para a propagação de mudas de goiabeira cultivar Século XXI;
- O contraste entre o zero absoluto e o zero relativo não apresenta diferença significativa;
- A aplicação de 2500 mg L^{-1} de AIB proporciona as melhores características quanto à porcentagem de enraizamento, retenção foliar, número de raízes, massa fresca e massa seca da parte aérea e massa fresca e massa seca de raízes, em estacas herbáceas da *Psidium guajava* L. 'Século XXI'.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. L. de. **Enraizamento adventício de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em função da variedade, condições de luz das plantas matrizes e tratamento das estacas com ácido indolbutírico.** 2001. 85 p. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2001.

BACARIN, M. A.; BENINCASA, M. M. P.; ANDRADE, V. M. M.; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): efeito do ácido indolbutírico (AIB) sobre a iniciação radicular. **Revista Científica**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 71-79, 1994.

BASTOS, D. C. **Propagação de caramboleira por estacas caulinares e caracterização anatômica e histológica da formação de raízes adventícias.** 2006. 65 f. Tese. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

BORTOLINI, M. F. **Uso de ácido indolbutírico na estaquia de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.** 2006. 72 f. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BUENO, S. C. S. **Estudos de diversos tipos de propagação da aceroleira (*Malpighia glabra* L.),** 1995. 76 f. Dissertação. Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

CAMPOS, A. D.; ANTUNES, L. E. C.; RODRIGUES, A. C.; UENO, B. **Enraizamento de estacas de mirtilo provenientes de ramos lenhosos.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 6 p. (Comunicado técnico, 133).

CARVALHO JUNIOR, W. G. O.; MELO, M. T. P. de; MARTINS, E. R. Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim-pimenta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2199-2202, 2009.

COELHO, J. K. S. **Enraizamentos de estacas verdes enfolhadas de cajarana (*Spondeas* sp).** 2001. 39 p. Monografia. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró. 2001.

COLOMBO, L. A.; TAZIMA, Z. H.; MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F. S.; BAQUERO, J. E.; AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.

COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da. **Tecnologias para produção de goiaba.** Vitória, Incaper, 341 p. 2003.

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

CRUZ-SILVA, C. T. A. da.; FANTI, F. P. ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa de jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi* hance) via estaquia. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 77-82, 2013.

CUNHA, P. S. C. F. **Enraizamento de estacas de spondias submetidas a doses de ácido indolbutírico (AIB) e substratos**. 2013. 79 f. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró. 2013.

DIAS, J. M. M. **Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos dos frutos de duas variedades de goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 1983. 68 p. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1983.

DIAS, P. C. **Propagação vegetativa de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) por estaquia e miniestaquia**. 2011. 110 p. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal. Universidade federal de viçosa - Viçosa – Minas Gerais. 2011.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.

FAO. **Organização das nações unidas para alimentação e agricultura**. 2013. Disponível em: www.fas.fao.org. Acesso em: 15 out. 2015.

FRANZON, R.; R, M.; ANTUNES, L. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E. de.; CORRÊA, F. L. de O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HAFEEZ-UR-RAHMAN, M.; ASIFKAN, Z. M.; KHAN, D. A. Rooting of different types of guava stem cuttings using growth regulator. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, Islamabad, Pakistan, v. 9, n. 3, 1988.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice – Hall, 2011. 915 p.

LIMA, D. M. de.; ALCANTARA, G. B. de.; BORTOLINI, M. F.; FANTI, F. P.; BIASI, L. A.; QUOIRIN, M.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Substratos e concentrações de ácido naftaleno acético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Calliandra selloi* e *Calliandra tweediei*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1 -2, p. 105-111, 2006.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. da S.; ASSIS, A. M. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

MACHADO, M. P.; MAYER, J. L. S.; RITTER, M.; BIASI, L. A. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira „VR043-43“ (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 476-479, 2005.

MARINHO, C. S.; MILHEM, L. M. A.; ALTOÉ, J. A.; BARROSO, D. G.; POMMER, C. V. Propagação da goiabeira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 607-611, 2009.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Efeito do comprimento de estacas herbáceas de dois clones de umezeiro (*Prunus mume* sieb e zucc.) no enraizamento adventício. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 500-504, 2002.

MILHEM, L. M. A. **Ambientes de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaquia**. 2011. 68 p. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2011.

NACHTIGAL, J. C.; HOFFMAN, A.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C. E.; MAZZINI, A. R. A. Enraizamento de estacas semilenhosas de Araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994.

PEREIRA, F. M.; CARVALHO, C. A.; NACHTIGAL, J. C. SÉCULO XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 25, n. 3, p. 498-500, 2003.

PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; BANZATTO, D. A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em câmaras de nebulização. **Revista Científica**, v. 11, n. 2, p. 239-244, 1983.

PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares rica e paluma, em câmara de nebulização. **Revista Científica**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 199- 206, 1991.

PIO, R.; BASTOS, D. C.; BERTI, A. J.; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. de A. A.; ENTELMANN, A.; ALVES, A. S. R.; BETTIOL NETO, J. E. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.

RIBAS, C. P.; GOMES, F. G. D.; BIASI, L. A.; MARÇALLO, F. A. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas das cultivares de pessegueiro della nona e eldorado. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 439-442, 2007. (Nota Científica).

RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P.; MOURA, M. da C. F.; PEREIRA, W. H.; Nunes, T. A. Efeito das folhas e do tipo de estaca no enraizamento de cajarana (*Spondias* sp.). **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 37 – 41, 2007.

ROSSAL, P. A. L. **Qualidade da luz e ácido 4-(3-indolil-) butírico na formação de raízes adventícias em estacas caulinares.** 2006. 75 p. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2006.

SANTANA, A. A. **Enraizamento de estacas de goiabeira, cultivar ‘Chinesa’ com o uso de ácido indolbutírico, sob câmara de nebulização.** 2014. 29 p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Brasília - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

TAVARES, M. S. W.; KERSTEN, E.; SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. **Revista Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 27, n. 5, p. 1031-1037, 2003.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. de S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. „Século XXI“ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 40, n. 5, 2010.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 031-036, 2007.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de Mudanças de Goiabeira (*Psidium Guajava* L.) em Diferentes Substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos.** 1.ed. Katia Christina Zuffellato Ribas: Curitiba, 2001. 39 p.

CAPÍTULO V

USO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA

(Psidium guajava L.) CULTIVAR SÉCULO XXI

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Uso de AIB no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivar Século XXI**. 2015. 155 f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. - UFPB. Areia – PB, 2015. Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Maria Nunes Mendonça.

RESUMO

No enraizamento, o tempo de imersão da base das estacas depende da concentração das soluções utilizadas. Portanto, objetivou-se, com este trabalho, estabelecer um protocolo para o enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) „Século XXI“. Para o enraizamento, foram coletadas estacas herbáceas da parte apical dos ramos laterais, com quatro pares de folhas. Mantidos em estufa e estufa sob sombrite com 50% de luz e sob nebulização intermitente ligada a cada 5 minutos por 20 segundos. As estacas foram cortadas, ficando com dois nós e as folhas tiveram seu limbo reduzido 1/2. Posteriormente, as bases das estacas foram imersas, nas soluções de AIB. Logo após o tratamento, as estacas foram plantadas em tubetes, com o substrato composto por 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de composto orgânico. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos realizados com os tempos de imersão (5, 10, 15 e 20 segundos), na solução de AIB, com a concentração de 2000 mg L⁻¹. Com três repetições de 10 estacas, por parcela. Aos 70 dias, a partir da instalação do experimento, foram analisadas as seguintes variáveis: Estacas enraizadas; Estacas vivas sem raiz; Estacas com calo, Mortalidade, Brotação, Retenção, Número de raízes, Comprimento das raízes, Massa fresca da parte aérea; Massa seca da parte aérea; Massa fresca da raiz e Massa seca das raízes. Para as condições estudadas, conclui-se que o tempo de imersão da base das estacas, de 5 segundos, na concentração de 2000 mg L⁻¹, em AIB, apresenta os melhores resultados no processo propagativo de estacas de goiabeira „Século XXI“;

Palavras-chave: AIB, Estaquia, Propagação, Tempos de imersão.

COSTA, Jussara Cristina Firmino da. **Use of IBA in rooting cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) growing twenty-first century.** 2015. 155 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. - UFPB. Areia – PB, 2015. Advisor: Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

ABSTRACT

The rooting, the immersion time of the cuttings depends on the concentration of the solutions used. Therefore aimed of this work was to establish a protocol for rooting cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) 'Século XXI'. For rooting softwood cuttings were collected from the apical part of the side branches, with four pairs of leaves. Held in an oven and oven under 50% shading of light and under intermittent mist connected every 5 minutes for 20 seconds. The stakes were cut, leaving two of us and leaves reduced their limbo 1/2. Subsequent to the cuttings were immersed in IBA, shortly after treatment the cuttings were planted in plastic pots with the substrate composed of 50% carbonized rice husk and 50% of organic compost. The experimental design was completely randomized, with treatments immersion times (5, 10, 15 and 20 seconds) in the IBA solution with a concentration of 2000 mg L⁻¹, with three replications of 10 cuttings per plot. After 70 days of the experiment, the following variables were analyzed: Rooted cuttings, live cuttings without roots, cuttings with callus, mortality, sprouting, retention, number of roots, length of roots, fresh weight of shoot, dry weight the aerial part, fresh root mass and dry mass of roots. For the conditions studied, it is concluded that the immersion time of the cuttings, 5 seconds at the concentration of 2000 mg L⁻¹ IBA presents the best results in the propagation process of guava stakes 'Século XXI';

Key words: IBA, Rooting, Propagation, Immersion times.

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera que, embora seja nativa dos trópicos, também é cultivada no Brasil, do Acre ao Rio Grande do Sul, mesmo que de forma extrativista, nas várias regiões (VALE, 2008). A goiaba apresenta excelentes condições comerciais, devido à sua grande aceitação para o consumo, na forma fresca, notadamente por causa de seu elevado teor de vitamina C, sabor, aroma e fácil digestibilidade (ROBERTO, 2012).

A produção vegetal está alicerçada nas condições edáficas, climáticas e no nível de tecnologia empregado no cultivo, o que é fundamental para a fruticultura. Todavia, outro fator, igualmente importante, é a qualidade da muda empregada na implantação dos pomares. Portanto, é de grande relevância para a cultura da goiabeira, conhecer os métodos mais eficientes de propagação, pois o aumento na disponibilidade de mudas de qualidade é essencial para alcançar patamares ainda maiores na produção de frutas, bem como na ampliação dos pomares brasileiros com frutíferas (DIAS et al., 2003).

A propagação comercial de goiabeira realizada por estaquia é mais utilizada que a propagação semínifera, por permitir a permanência das características da planta matriz que desejáveis pelo produtor. Entretanto, existem diferenças entre cultivares, considerando doses e tipos de estacas para o enraizamento. A cultivar Século XXI, que foi lançada em 2003 é resultado da seleção da planta 8502-01, que é o cruzamento entre (Supreme-2 x Paluma). É detentora de características que favorecem a produção e a qualidade dos frutos, mas não diferente das demais cultivares, ela necessita de elementos que auxiliem na eficiência da propagação (PEREIRA et al., 2003).

Para auxiliar a propagação dessas estacas, normalmente é necessária a aplicação exógena de reguladores vegetais, com o objetivo de aumentar o percentual de enraizamento. O ácido indolbutírico (AIB) é um dos mais utilizados (FINARDI, 1998), pois é foto-estável, não é tóxico, em uma ampla faixa de concentração e não é degradado pela ação biológica (HOFFMANN et al., 1996; COUTINHO et al., 1991). Porém, o método ideal de aplicação ainda não é bem definido, para cada espécie ou cultivar (TOFANELLI, 2003).

O tempo de imersão da solução hormonal, na base das estacas, depende da concentração das soluções utilizadas. Soluções diluídas com baixas concentrações necessitam de contato com a base das estacas, por horas, enquanto, nas soluções em concentrações elevadas, o contato com a base das estacas deve ser de segundos (COUVILLON, 1988).

Souza et al. (2009), trabalhando com estacas tipo herbácea da cultivar Paluma, demonstraram que as estacas tratadas com AIB, na concentração de 1000 mg L⁻¹ foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos e que os menores valores foram encontrados para o tratamento com água destilada, em imersão de 1 minuto. De acordo com Vale (2008), em seu ensaio, trabalhando com AIB e sacarose, em estaca tipo herbácea da cultivar Paluma, verificou que a maior percentagem de enraizamento aumentou, à medida que a concentração de AIB também aumentou, obtendo-se um enraizamento de 60%.

Desse modo, objetivou-se definir um tempo de imersão, na solução de AIB, favorável para enraizamento de estacas de goiabeira „Século XXI“.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e coleta das estacas

As estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Século XXI foram colhidas de plantas matrizes com cinco anos de idade, oriundas de propagação assexuada, pertencentes ao Viveiro de Fruticultura do Centro de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Paraíba – Areia, PB.

Foram coletadas estacas herbáceas da parte apical dos ramos laterais, com quatro pares de folhas, sendo enroladas em papel umedecido e acondicionadas em sacos plásticos, formando uma câmara úmida; em seguida, foram transportadas ao Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/CCA/UFPB) no período de dezembro de 2014 a março de 2015.

2.2 Preparação de estacas herbácea

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, tendo como tratamento os quatro tempos de imersão das estacas (5, 10, 15 e 20 segundos), na solução de 2000 mg L⁻¹ de AIB, com três repetições de 10 estacas, por parcela.

As estacas herbáceas foram inseridas na câmara de nebulização durante o preparo, onde houve o seccionamento da parte apical, ficando dois nós, com um par de folhas, tendo seus limbos reduzidos à metade do comprimento. O preparo das estacas incluiu um corte em bisel, logo abaixo do nó, com a eliminação das folhas da parte basal, deixando-se um par de folhas na parte superior, sendo dispostas em um recipiente com água para evitar a desidratação.

Antes do toalete das estacas, preparou-se a solução hidroalcoólica do AIB, dissolvendo o AIB em 10 mL de álcool, em um Becker, após totalmente dissolvido o AIB, completou-se o volume para 100 mL, com água destilada, obtendo-se então a concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB. A solução foi envolvida em papel alumínio, a fim de evitar a fotodegradação. Após o término do preparo das estacas, estas foram agrupadas tiveram 1,0 cm da base colocada na solução hormonal por 5, 10, 15 e 20 segundos.

Após o tratamento, as estacas foram plantadas em tubetes, tendo como substrato a mistura de 50% da casca de arroz carbonizada e 50% do composto orgânico. A casca de arroz carbonizada foi adquirida de uma empresa familiar e o composto orgânico foi obtido pela compostagem de resíduos orgânicos (materiais de limpeza do pomar: galhos, gramíneas, folhas e dentre outras) e esterco bovino. Foram mantidos sob sistema de nebulização, durante o ensaio, constituindo-se de 20 segundos de abertura e 5 minutos de intervalo. Para a proteção das mudas, contra o excesso de luminosidade, foi utilizada a cobertura com sombrite (50%) e, para o controle de doenças fúngicas, foram realizadas pulverizações quinzenais com fungicida Aliette®.

2.3 Variáveis analisadas

Aos 70 dias, a partir da instalação do experimento, considerando o trabalho de Colombo et al. (2008); Yamamoto et al. (2010), foram analisadas as seguintes variáveis:

1. Estacas enraizadas – Foi feita a contagem das estacas que apresentaram, pelo menos, uma raiz e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
2. Estacas vivas sem raiz – Foi feita a contagem das estacas que estavam vivas, mas que não apresentaram raiz e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
3. Estacas com calo – Foi feita a contagem das estacas que apresentaram calo e, posteriormente, realizou-se a transformação dos dados para percentual;
5. Mortalidade – Foi verificada a quantidade de estacas que não sobreviveram, ao fim do ensaio e realizado, posteriormente, a transformação dos dados em percentual;
6. Brotação - Foi verificada a quantidade de estacas que apresentaram brotos, ao fim do ensaio e realizado posteriormente a transformação dos dados em percentual;
7. Retenção foliar – Foi verificada a quantidade de estacas que mantiveram e obtiveram folhas ao longo do ensaio;
8. Número de raízes – Foi verificada, através da contagem das raízes apresentadas nas estacas.
9. Comprimento das raízes – Foi verificada com a medição realizada com auxílio de régua;

10. Massa fresca da parte aérea – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas assim que coletadas, as quais foram colocadas posteriormente, em sacolas de papel e postas em estufa por 48 horas a 65°C;
11. Massa seca da parte aérea – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas após secagem em estufa;
12. Massa fresca da raiz – pesagem com auxílio da balança analítica da raiz das estacas logo que coletadas, as quais foram colocadas posteriormente em sacolas de papel e postas em estufa por 48 horas a 65°C;
13. Massa seca das raízes – pesagem com auxílio da balança analítica da parte aérea das estacas após secagem em estufa;

2.4 Análise estatística

Para as análises estatísticas inicialmente, realizou-se a transformação dos dados para as funções raiz quadrada ($y + 0,5$) quando obtidos por contagem e, logarítmica ($\log + 1$) para os quantitativos. Em seguida, realizou-se a análise de variância e de regressão, utilizando o teste F para se verificar o efeito de tratamento e os ajustes dos modelos, admitindo-se erro de até 10% de probabilidade. Utilizou-se o software SAS/STAT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as estacas enraizadas e estacas vivas sem raiz, não se observou diferença significativa, quando relacionada à concentração de AIB, aos tempos de imersão das estacas herbáceas de goiabeira „Século XXI“. Sendo notados valores médios de 15% para o enraizamento e 8,3% para as estacas vivas sem raiz (Figura 1A e 1B).

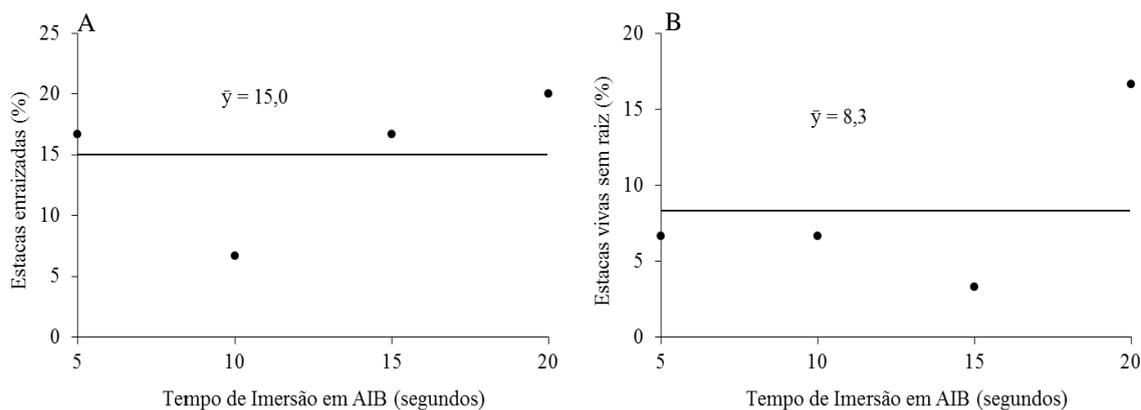


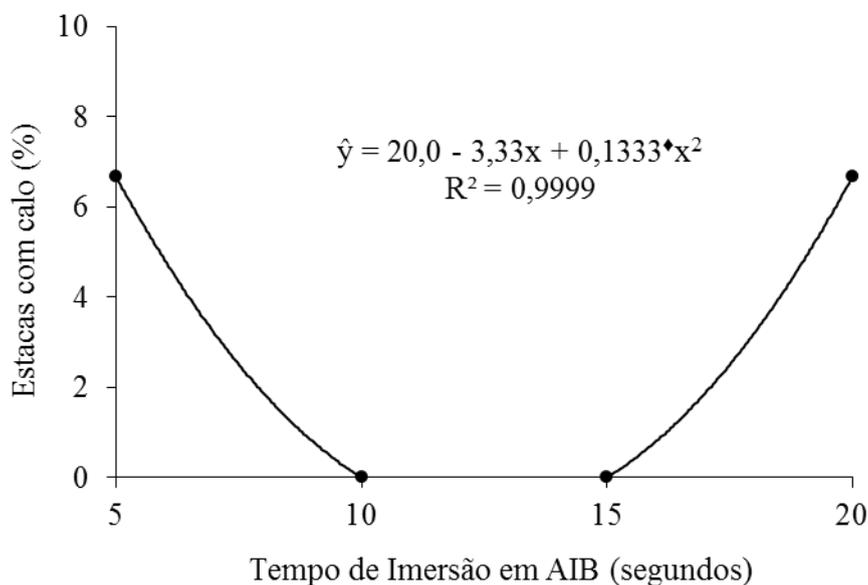
Figura 1. Estacas enraizadas (A) e estacas vivas sem raiz (B) de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Não houve efeito entre os tempos de imersão testados sobre as estacas enraizadas, apresentando valores considerados adequados de acordo com Colombo et al. (2008) que reportaram para estacas herbáceas de goiabeira, seleção 8501-1. verificaram porcentagem de estacas enraizadas de 30% e consideraram como bom desempenho, na concentração de 2.000 mg L⁻¹ de AIB, apesar de não apresentarem diferença estatística significativa, em relação às lesões na base das estacas.

Contudo, a temperatura e sua variação podem influenciar nesse processo, uma vez que foram verificadas temperaturas que divergiram da considerada ideal (24° C), esses mesmos problemas foram encontrados por Yamamoto et al. (2010) e por Colombo et al. (2008), podendo-se constatar, dessa maneira, a importância desse fator para a divisão celular no enraizamento.

Em relação ao percentual de estacas com calo, observou-se um ajuste do modelo quadrático, onde o maior valor encontrado foi de 6,33% aos 5 e 20 segundos de imersão, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB. Também, foi verificado baixo percentual (0%) nos tempos de 10 e 15 segundos, mostrando que, mesmo com a utilização de indutor, os tempos

de imersão não influenciaram na formação dos calos. No entanto, não se pode relacionar tal evento, necessariamente à formação radicular, visto serem eventos distintos (Figura 2).



♦: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 2. Estacas com calo de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Cassol et al. (2015), em seu ensaio, verificaram que, apesar da utilização de indutor em determinada época do ano, não houve sequer a formação de calos. Contudo, eles ressaltam que a maior formação de calos não assegura necessariamente o surgimento de raízes adventícias, por serem eventos distintos, pois o calo forma-se quando há lesionamento dos tecidos vasculares, o que resulta em posterior cicatrização dos mesmos e no qual é constituído por massa de células parenquimatosas, ou seja, os calos, de forma desorganizada e em diferentes etapas de lignificação. Os processos de formação de calos e raízes adventícias são apenas estimulados pelos mesmos fatores, para o seu surgimento, o que enfatiza a importância da análise de formação de calos, e que pode ser indicativo do surgimento da rizogênese adventícia (FACHINELLO et al., 2005; HARTMANN et al., 2011).

As estacas com brotação não apresentaram diferença significativa, quando relacionada à concentração de AIB aos tempos de imersão das estacas herbáceas de goiabeira „Século XXI“, apresentando um valor médio de 0,8% (Figura 3). Valor aproximado do encontrado por Costa et al. (2013), que avaliando as estacas do tipo semilenhosa de murici, obteve um valor (1,02%), não apresentando diferença significativa, entre os tratamentos com diferentes concentrações de AIB.

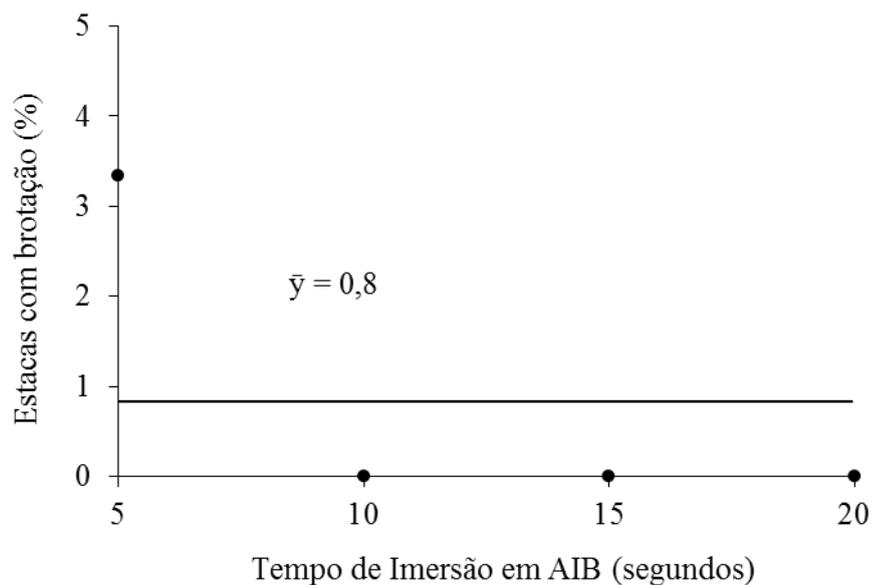


Figura 3. Estacas com brotação de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Na retenção foliar, não foi possível verificar diferença significativa, quando relacionada à concentração de AIB, aos tempos de imersão das estacas herbáceas de goiabeira „Século XXI“, sendo verificado um valor médio de 0,7% (Figura 4).

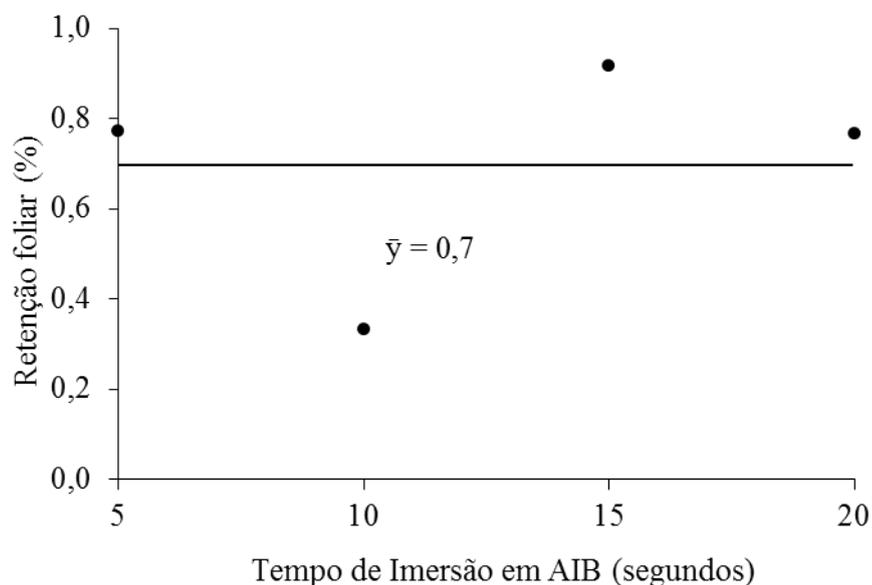


Figura 4. Retenção foliar em estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Isso pode acontecer por vários motivos. De acordo com Fachinello et al. (2005) e Yamamoto et al. (2010), a imersão prolongada, na solução, concentrada em álcool, pode ocasionar efeitos fitotóxicos, a exemplo da inibição do desenvolvimento das gemas, o

amarelecimento e a queda de folhas e, até mesmo, a morte das estacas. No entanto, o uso de AIB, veiculado em talco, mesmo em concentrações maiores, é mais seguro por não provocar a morte, além de possibilitar a execução do serviço com mais praticidade e menor custo.

No início do ensaio, as folhas tiveram seus limbos reduzidos para diminuição na transpiração e conseqüentemente reduzir a sua desidratação, porém, como ocorreu uma perda significativa das folhas, houve redução e/ou até nulidade da formação de raízes, em algumas estacas devido à falta de reservas.

Esse é um efeito cascata, visto que é um dos pontos principais, no processo de enraizamento e que pode trazer, consigo, a falta ou redução da formação de calos e brotações e, até, levar a morte das estacas, sendo esta confirmada por Pacheco (2008), que verifica que a retenção foliar pode reduzir a morte das estacas, pois são fontes naturais de carboidratos e auxinas, produzidas pelas folhas e que reduzem o tempo necessário ao enraizamento e a morte das estacas por déficit hídrico, assim como influenciando em todo o processo.

Santoro et al. (2010) observaram que os tratamentos sem folhas resultaram na não sobrevivência das estacas, comprometendo a homogeneidade e normalidade dos dados.

Essas mesmas respostas foram testificadas nos experimentos de Mindêllo Neto (2006), Bordin et al. (2005) e Gontijo et al. (2003), pois eles verificaram que as estacas sem folhas não apresentaram formação de raízes.

No experimento de Biasi, Pommer e Pino (1997), verificou-se a não formação de raízes em estacas de videira sem folhas, confirmando a fundamental importância da presença das mesmas nas estacas para o enraizamento e a necessidade de folhas preservadas, durante todo o período de formação das raízes, sendo essas selecionadas previamente de plantas em bom estado fitossanitário e mantendo posteriormente esse cuidado.

Para a mortalidade, não foi possível verificar diferença significativa, quando relacionada à concentração de AIB, aos tempos de imersão das estacas herbáceas de goiabeira „Século XXI“, sendo verificado valor médio de 76,7% (Figura 5).

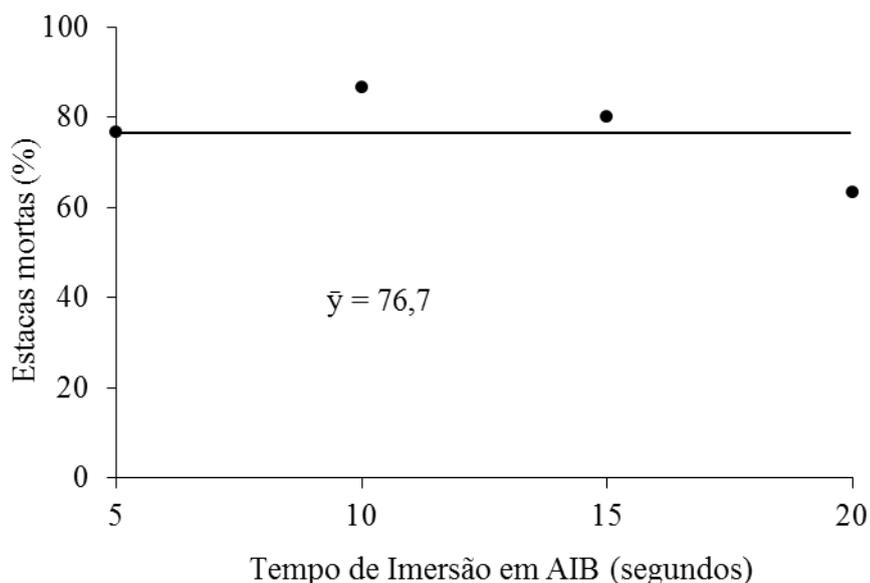


Figura 5. Estacas mortas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Silva et al. (2012) observaram que, independentemente das doses aplicadas de AIB no tempo de imersão de 10 segundos, não se verificam diferenças estatísticas sobre a porcentagem de estacas semilenhosas mortas de malaleuca. Oliveira (2002), no seu ensaio com estaca herbácea e semilenhosa de pêssigo, verificou que a porcentagem de estacas mortas não enraizadas foi maior na ausência de AIB, nos dois tipos de estacas. E entre as doses de 1500 e 3000 mg L⁻¹ de AIB, não houve diferença significativa em nenhum dos cultivares e tipo de estaca, com exceção do „Eldorado“, onde as estacas lenhosas tratadas com 1500 mg L⁻¹, apresentaram mortalidade inferior às tratadas com 3000 mg L⁻¹.

Verificou - se que tanto para o número como para o comprimento das raízes não foi obtida significância, sendo revelado um valor médio de 1,1 para o número de raízes e 8,7 cm para o comprimento das estacas avaliadas, resultados próximos aos obtidos por Yamamoto et al. (2010) que trabalhando com estacas do tipo herbácea de „Século XXI“ tratadas com AIB por 10 segundos, vinculadas em talco e álcool, o qual verificou que tanto para o número de raízes por estaca como para o comprimento das raízes, não foi verificada interação significativa entre as concentrações de AIB e as formas de aplicação (Figura 6A e 6B).

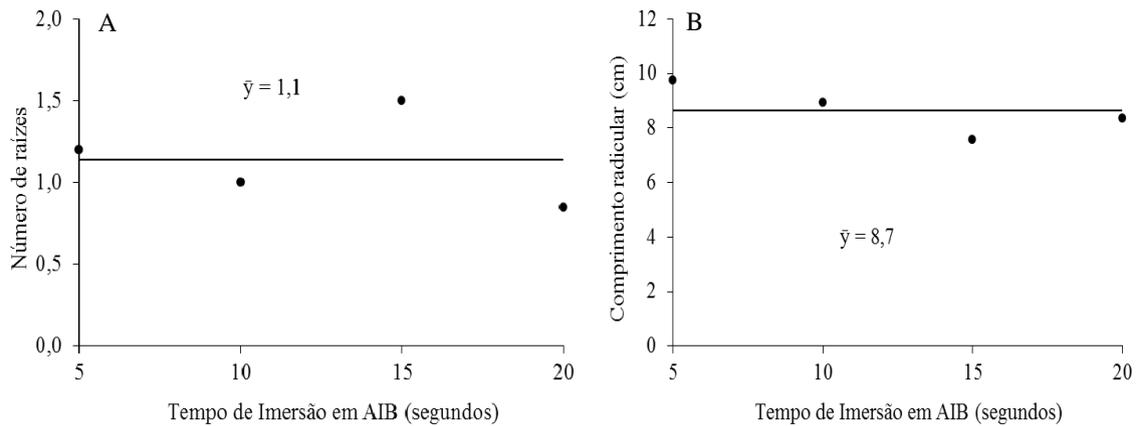
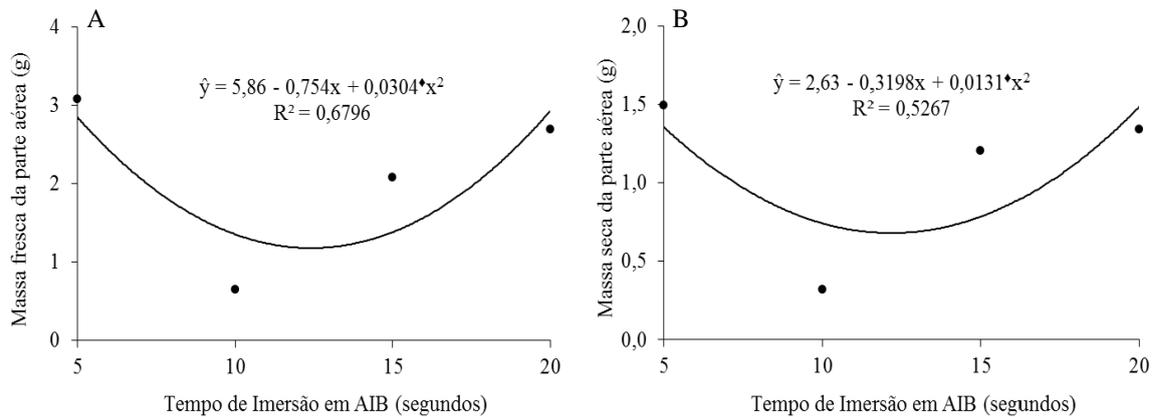


Figura 6. Número de raízes (A) e Comprimento radicular (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Para a massa fresca e massa seca da parte aérea, apresentou um modelo quadrático e o tempo de 5 segundos foi detentor dos maiores valores obtidos (3,08 e 1,50 g) respectivamente (Figura 7A e 7B).



*: significativos a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 7. Massa fresca da parte aérea (A) e Massa seca da parte aérea (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

Em relação à massa fresca da parte aérea e à massa seca da parte aérea, apresentaram comportamento crescente. Testificando que, apesar de ter ocorrido um decréscimo na retenção foliar, houve um acúmulo de nutrientes nas folhas e caule, que permaneceram ao longo do ensaio. Souza (2008), em seu ensaio com estaca herbácea de figueira, verificou que o tempo de imersão de 2 minutos em uma concentração de 500 mg L⁻¹, propicia o maior valor de massa da matéria seca da parte aérea (2,3230 g).

Tal fato é discordado por Pivetta (1990), que trabalhando com estaca do tipo herbácea de macadâmia, mencionou que, quando ocorre um decréscimo nos valores da massa da parte

aérea, durante um determinado tempo, fica evidente a maior atividade de exportação de material de reserva das folhas, brotos e estacas para as raízes.

A massa fresca e massa seca da raiz não apresentaram diferença significativa, exibindo valor médio de 0,8 (g), para a massa fresca e 0,3 (g) para a massa seca da raiz das estacas avaliadas (Figura 8A e 8B).

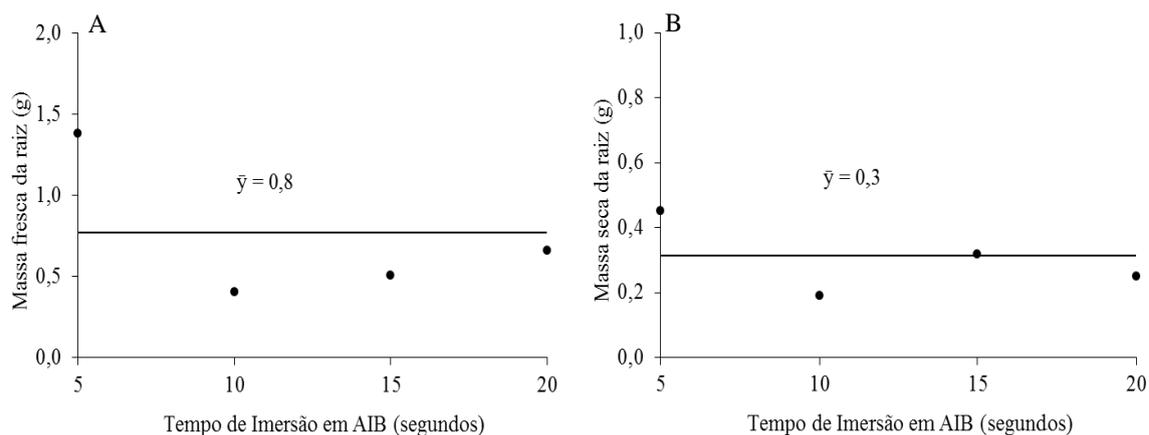


Figura 8. Massa fresca da raiz (A) e Massa seca da raiz (B) de estacas de goiabeira cv. Século XXI tratadas com AIB (ácido indolbutírico) aos 70 dias após a aplicação dos tratamentos, Areia-PB.

De modo geral, o que pode-se afirmar é que a ação não consistente de diversos hormônios, no enraizamento de estacas de espécies, da família Myrtaceae, pode estar correlacionada a vários fatores intrínsecos ao material vegetal, sendo eles a idade do tecido, o tipo da estaca, a época de coleta das estacas, as condições de cultivo das estacas, épocas de coleta, temperatura, a concentração de hormônios e o tempo de imersão utilizados no processo de enraizamento do material, sendo necessários mais estudos para clarear as reais necessidades das frutíferas (TAVARES et al., 1995; DANNER et al., 2006).

4 CONCLUSÃO

- Para as condições estudadas, conclui-se que o tempo de imersão da base das estacas, de 5 segundos na concentração de 2000 mg L^{-1} em AIB, apresenta os melhores resultados no processo propagativo de estacas de goiabeira „Século XXI“.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIASI, L. A.; POMMER, C. V.; PINO, P. A. G. S. Propagação de porta enxertos de videira mediante estaquia lenhosa. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 1-14, 1997.
- BORDIN, I.; ROBERTO, S. R.; HIDALGO, P. C.; BÜRKLE, R. Efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 215-218, 2005.
- CASSOL, D. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; PIROLA, K.; DOTTO, M.; CITADIN, I. Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jaboticabeira por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n.1, 2015.
- COLOMBO, L. A.; TAZIMA, Z. H.; MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F. S.; BAQUERO, J. E.; AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.3, p.539-546, 2008.
- COSTA, R. de Q.; BARBOSA, G. M.; COCOZZA, F. D. M.; REIS, T. C.; NASCIMENTO, R. S. M. Desenvolvimento de estacas caulinares de *Byrsonima verbascifolia* tratadas com ácido indolbutírico. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.9, N.16; p. 690, 2013.
- COUTINHO, E. F.; MIELKE, M. S.; ROCHA, M. S.; DUARTE, O. R. Enraizamento de estacas semilenhosas de fruteiras nativas da família myrtaceae com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 1, p. 167- 171, 1991.
- COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**. v.227, p.187-196, 1988.
- DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S. A. Z. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 530-532. 2006.
- DIAS, J. M. M.; FELISMINO, D. DA C.; MOTOIKE, S. Y.; SIQUEIRA, D. L. DE.; BRUCKNER, C. H. Propagação da goiabeira. 2003. Disponível em: http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livrogoiaba_pdf/16_p_ropagacaogoiaba.pdf. Acesso em: 02 de jul. 2015.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, J. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 2005. 221 p.
- FINARDI, N. L. Método de propagação e descrição de porta-enxertos, **In**: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. do C. B. (Eds.). A cultura do pessegueiro. Pelotas: EMBRAPA/CNPAT, 1998. cap. 1, p. 100-128.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915p.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N. N. J.; ANTUNES, L. E. C.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; SILVA, C. R. R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

MINDÉLLO NETO, U. R. Estaquia herbácea de pessegueiro cv. Charme, em função de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e número de folhas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 27-29, 2006.

OLIVEIRA, A. P. **Uso do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro**. 2002. 103 f. Dissertação. Universidade de Passo Fundo - Passo fundo, 2002.

PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1900-1906, 2008.

PEREIRA, F. M.; CARVALHO, C. A.; NACHTIGAL, J. C. SÉCULO XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 498-500, 2003.

PIVETTA, K. F. L. **Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de Nogueira - Macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche) e desenvolvimento inicial das mudas**. 1990. 91 f. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

ROBERTO, B. S. **Resíduo de goiaba: metabolismo em ratos e aplicabilidade em barras de cereais**. 2012. 163 f. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SANTORO, P. H.; MIKAMI, A. Y.; SOUZA, S. G. H.; ROBERTO S. R. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 289-294, 2010.

SILVA, R. C. da.; ANTUNES, M. C.; ROVEDA, L. F.; CARVALHO, T. C. DE.; BIASI, L. A. Enraizamento de estacas de *Melaleuca alternifolia* submetidas a diferentes reguladores vegetais. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1643-1652, 2012.

SOUZA, C. S. da S. **Estudo de ambientes de enraizamento, tempo de imersão em AIB, estratificação a frio e enxertia de mesa na figueira**. 2008. 101 f. Tese. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

SOUZA, M. F.; PEREIRA, E. O.; SENRA, J. F.B.; MARTINS, M. Q.; SOBREIRA, J. M.; COELHO, R. I. Efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e dois

substratos no enraizamento de estacas de goiabeira. **In:** XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2009. **Anais...** CD-ROM.

TAVARES, M. S. W.; KERSTEN, E.; SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 2, p. 310-317. 1995.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. **Revista Ciênc. Agrotec**, Lavras. v. 27, n.5, p.1031-1037, 2003.

VALE, M. R.; CHALFUN, N. N. J.; MENDONÇA, V.; MIRANDA, C. S.; COELHO, G. V. A. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.69-74, 2008.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. de S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. „Século XXI“ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, 2010.

CONCLUSÃO GERAL

- O substrato composto por 50% casca de arroz carbonizada + 50% composto orgânico (S3) apresenta as características físicas mais adequadas, dentre os substratos analisados, pois essa formulação permite possível suprimento às plantas, caso haja estresse hídrico e ainda possui a melhor característica, em relação à densidade seca, que prediz outras características essenciais para a planta;
- O substrato com formulação 25% casca de arroz + 75% de composto orgânico (S1) proporciona um maior percentual de enraizamento, calo, brotação e massa seca da raiz, enquanto reduz a proporção de mortalidade das estacas e zera o percentual de estacas viva sem raiz, sendo, indicado para a propagação de estacas herbáceas de goiabeira „Paluma“, na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB;
- O Radimaxi 20[®], na concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB, promove o aumento da parte vegetativa das estacas e estimula a formação de calos;
- A estaca herbácea de goiabeira é a mais indicada para a propagação de mudas de goiabeira cultivar „Século XXI“;
- O contraste entre o zero absoluto e o zero relativo não apresentou diferença significativa;
- A aplicação de 2500 mg L⁻¹ de AIB proporciona as melhores características quanto à porcentagem de enraizamento, retenção foliar, número de raízes, massa fresca e massa seca da parte aérea e massa fresca e massa seca de raízes, em estacas herbáceas da *Psidium guajava* L. 'Século XXI';
- Para as condições estudadas, conclui-se que o tempo de imersão da base das estacas, de 5 segundos, na concentração de 2000 mg L⁻¹ em AIB, apresenta os melhores resultados no processo propagativo de estacas de goiabeira „Século XXI“.

ANEXOS

LISTA DE FÓRMULAS

CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA

ANEXO A - Metodologia adotada na determinação da densidade seca dos substratos (Ds). Areia-PB, 2015.	129
ANEXO B - Metodologia adotada na determinação da porosidade total dos substratos (PT). Areia-PB, 2015.	129
ANEXO C - Metodologia adotada na determinação do espaço de aeração dos substratos (EA). Areia-PB, 2015.	129
ANEXO D - Metodologia adotada na determinação da água facilmente disponível dos substratos (AFD). Areia-PB, 2015.	130
ANEXO E - Metodologia adotada na determinação da água tamponante dos substratos (AT). Areia-PB, 2015.	130
ANEXO F - Metodologia adotada na determinação da água disponível dos substratos (AD). Areia-PB, 2015.	130
ANEXO G - Metodologia adotada na determinação da água remanescente dos Substratos (AR). Areia-PB, 2015.	131

LISTA DE TABELAS

ANEXO A

CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão para as variáveis densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT), água disponível (AD) e, água remanescente (AR) em substratos preparados com composto orgânicos adicionado proporções de casca de arroz carbonizado (CAC), Areia-PB 132

ANEXO B

CAPÍTULO III - ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) „PALUMA“ EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB AÇÃO DE INDUTORES DE ENRAIZAMENTO

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão para as variáveis estacas enraizadas (ENR), vivas sem raiz (VSR), com calo (CAL), com brotações (BRO), retenção foliar (RF), mortas (MOR), número de raízes (NR), comprimento radicular (CR), parte aérea (MSPA e MSPA, respectivamente) e da massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR, respectivamente) de goiabeira cv. Paluma tratadas com indutores (AIB - ácido indolbutírico e; RAD - Radimaxi 20[®]) e cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos adicionados proporções de casca de arroz carbonizado (CAC), Areia-PB 133

ANEXO C

CAPÍTULO IV - ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEA E SEMILENHOSA DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) CULTIVAR SÉCULO XXI, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB

Tabela 1. Resumo das análises de variância, regressão e contraste para as variáveis estacas herbácea (H) e semilenhosa (SL) enraizadas (ENR), enraizadas sem folha (ESF), vivas sem raiz (VSR), com calo (CAL), com brotações (BRO), retenção foliar (RF), mortas (MOR), número de raízes (NR) e comprimento radicular (CR), parte aérea (MSPA e MSPA, respectivamente) e massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR, respectivamente) de goiabeira cv. Século XXI tratadas com o indutor AIB (ácido indolbutírico), Areia-PB 134

ANEXO D

CAPÍTULO V - USO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) CULTIVAR SÉCULO XXI

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão para as variáveis estacas enraizadas (ENR), vivas sem raiz (VSR), com calo (CAL), com brotações (BRO), retenção

foliar (RF), mortas (MOR), número de raiz (NR) e comprimento radicular (CR), massa fresca e seca da parte aérea (MSPA e MSPA, respectivamente) e massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR, respectivamente), de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor (AIB - ácido indolbutírico) Areia-PB 135

FÓRMULAS

CAPÍTULO II

ANEXO A - Metodologia adotada na determinação da densidade seca dos substratos (Ds). Areia-PB, 2015.

$$DS \text{ (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Dens. úmida (g cm}^{-3}\text{)} \times \text{Matéria seca (\%)}}{100}$$

ANEXO B - Metodologia adotada na determinação da porosidade total dos substratos (PT). Areia-PB, 2015.

$$PT = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}}{\text{Volume dos anéis}}$$

Onde,

Peso saturado = Peso da amostra saturada – peso (borracha + pano + anel)

Peso seco = Peso da amostra após período em estufa – Peso da lata.

ANEXO C - Metodologia adotada na determinação do espaço de aeração dos substratos (EA). Areia-PB, 2015.

EA = Porosidade - UV coluna de 10 cm

Onde,

$$UV \text{ coluna de 10 cm} = \frac{\text{Peso saturado coluna de 10 cm} - \text{Peso seco}}{\text{Volume dos anéis}}$$

Peso saturado da coluna de 10 cm = Peso coluna de 10 cm – peso (borracha + pano + anel)

Peso seco = Peso da amostra após período em estufa – Peso da lata.

ANEXO D - Metodologia adotada na determinação da água facilmente disponível dos substratos (AFD). Areia-PB, 2015.

AFD = UV coluna de 10 cm - UV coluna de 50 cm

Onde,

UV coluna de 50 cm = Peso saturado coluna de 50 cm – Peso seco

Volume dos anéis

Peso saturado da coluna de 50 cm = Peso coluna de 50 cm – peso (borracha + pano + anel)

Peso seco = Peso da amostra após período em estufa – Peso da lata.

ANEXO E - Metodologia adotada na determinação da água tamponante dos substratos (AT). Areia-PB, 2015.

AT = UV coluna de 50 cm - UV coluna de 100 cm

Onde,

UV coluna de 100 cm = Peso saturado coluna de 100 cm – Peso seco

Volume dos anéis

Peso saturado da coluna de 100 cm = Peso coluna de 100 cm – peso (borracha + pano + anel)

Peso seco = Peso da amostra após período em estufa – Peso da lata.

ANEXO F - Metodologia adotada na determinação da água disponível dos substratos (AD). Areia-PB, 2015.

AD = UV coluna de 10 cm - UV coluna de 100 cm

ANEXO G - Metodologia adotada na determinação da água remanescente dos substratos (AR). Areia-PB, 2015.

AR = UV coluna de 100 cm

Onde,

UV coluna de 100 cm = Peso saturado coluna de 100 cm – Peso seco

Volume dos anéis

Peso saturado da coluna de 100 cm = Peso coluna de 100 cm – peso (borracha + pano + anel)

Peso seco = Peso da amostra após período em estufa – Peso da lata.

TABELAS

ANEXO A - CAPÍTULO II

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão para as variáveis densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT), água disponível (AD) e, água remanescente (AR) em substratos preparados com composto orgânicos adicionado proporções de casca de arroz carbonizado (CAC), Areia-PB.

FV	GL	DS	PT	EA	AFD	AT	AD	AR
CAC	4	-	1.582,15**	2.141,59**	585,47**	0,36 ^{ns}	563,31**	389,53**
Resíduo	-	0,0049	5,25	78,54	1,91	0,22	1,71	6,58
CV (%)		-	3,27	17,14	11,66	34,74	9,88	9,0%
Média		0,46	70,05%	51,70%	11,86%	1,37%	13,23%	28,5%
Regressão								
Linear	1	0,2190**	3.164,77**	7.055,99**	773,04**	0,74 [†]	725,81**	1.529,97**
Quadrático	1	-	2.187,19**	999,50**	1.027,49**	0,19 ^{ns}	999,64**	3,06 ^{ns}

^{ns}, ** e [†]: não significativo e significativo a 1% e 10% pelo teste F, respectivamente.

ANEXO B - CAPÍTULO III

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão para as variáveis estacas enraizadas (ENR), vivas sem raiz (VSR), com calo (CAL), com brotações (BRO), retenção foliar (RF), mortas (MOR), número de raízes (NR), comprimento radicular (CR), parte aérea (MSPA e MSPA, respectivamente) e da massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR, respectivamente) de goiabeira cv. Paluma tratadas com indutores (AIB - ácido indolbutírico e; RAD - Radimaxi 20[®]) e cultivadas em substratos preparados com composto orgânicos adicionados proporções de casca de arroz carbonizado (CAC), Areia-PB.

FV	GL	ENR	VSR	CAL	BRO	RF	MOR	NR	CR	MFPA	MSPA	MFR	MSR
IND	1	0,1444 ^{ns}	5,3056**	6,1225**	0,3911*	0,0132 ^{ns}	0,1106 ^{ns}	1,5136**	0,0154 ^{ns}	0,4551**	0,4299**	0,3473**	0,0154 ^{ns}
CAC	4	0,3669 ^{ns}	0,5106*	0,0364 ^{ns}	0,1319 ^{ns}	0,0328 ^{ns}	0,0551 ^{ns}	0,2620*	0,0061 ^{ns}	0,0403 ^{ns}	0,0225 ^{ns}	0,0711 ^{ns}	0,0181 ^{ns}
IND x CAC	4	0,6219 ^{ns}	0,6074*	0,7075*	0,1319 ^{ns}	0,0389*	0,0405 ^{ns}	0,3423*	0,0098 ^{ns}	0,0687 ^{ns}	0,0347 ^{ns}	0,0607 ^{ns}	0,0130 ^{ns}
Resíduo	20	0,3050	0,1483	0,2153	0,0753	0,0153	0,0384	0,0966	0,0111	0,0466	0,0296	0,0349	0,0086
CV (%)		51,76	47,18	58,78	240,38	49,12	11,00	25,39	11,19	28,96	36,70	49,72	59,28
Média (%)		20,0	14,0	13,7	1,03	0,88	65,3	1,19	8,03	5,57	2,33	1,82	0,48
Regressão													
CAC-L	1	0,1434 ^{ns}	-	-	-	-	0,0049 ^{ns}	-	0,0029 ^{ns}	-	-	-	0,0261 ^{ns}
CAC-Q	1	0,0861 ^{ns}	-	-	-	-	0,0026 ^{ns}	-	0,0036 ^{ns}	-	-	-	0,0021 ^{ns}
CAC-L/AIB	1	-	0,8553*	0,5397 ^{ns}	0,2403*	0,0120 ^{ns}	-	0,0989 ^{ns}	-	0,0177 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0315 ^{ns}	-
CAC-Q/AIB	1	-	0,0725 ^{ns}	0,0897 ^{ns}	0,3023*	0,1800**	-	1,2960**	-	0,0246 ^{ns}	0,0133 ^{ns}	0,0132 ^{ns}	-
CAC-L/RAD	1	-	0,1345 ^{ns}	0,5174 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,0042 ^{ns}	-	0,0224 ^{ns}	-	0,0203 ^{ns}	0,0102 ^{ns}	0,0770 ^{ns}	-
CAC-Q/RAD	1	-	0,0265 ^{ns}	0,0194 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	-	0,0564 ^{ns}	-	0,0924 ^{ns}	0,0529 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	-

^{ns}, ** e * : não significativo e significativo a 1% e 10% pelo teste F, respectivamente.

ANEXO C - CAPÍTULO IV

Tabela 1 Resumo das análises de variância, regressão e contraste para as variáveis estacas herbácea (H) e semilenhosa (SL) enraizadas (ENR), enraizadas sem folha (ESF), vivas sem raiz (VSR), com calo (CAL), com brotações (BRO), retenção foliar (RF), mortas (MOR), número de raízes (NR) e comprimento radicular (CR), parte aérea (MSPA e MSPA, respectivamente) e massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR, respectivamente) de goiabeira cv. Século XXI tratadas com o indutor AIB (ácido indolbutírico), Areia-PB.

FV	GL	ENR	ESF	VSR	CAL	BRO	RF	MOR	NR	CR	MFPA	MSPA	MFR	MSR
EST	1	2,9087**	0,2021 ^{ns}	1,9935*	0,2899 ^{ns}	0,7529♦	0,0644**	0,0575 ^{ns}	0,8491*	-	0,0137 ^{ns}	0,0159 ^{ns}	-	-
AIB	4	0,2332 ^{ns}	0,4067*	0,1411 ^{ns}	0,3951 ^{ns}	0,0707 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,1587 ^{ns}	-	0,0562 ^{ns}	0,0179 ^{ns}	-	-
EST x AIB	4	0,0799 ^{ns}	0,3430*	0,0377 ^{ns}	0,3576 ^{ns}	0,1375 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0137 ^{ns}	0,0589 ^{ns}	-	0,0045 ^{ns}	0,0034 ^{ns}	-	-
Adicional	(2)	0,2483 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,1502 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	0,1770 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	0,0162 ^{ns}	0,1507 ^{ns}	-	0,0284 ^{ns}	0,0273 ^{ns}	-	-
Resíduo	-	0,2783	0,1303	0,2718	0,2090	0,2096	0,0075	0,0227	0,1374	0,0226	0,0267	0,0109	0,0102	0,0033
CV (%)		126,51	201,17	50,55	158,81	205,49	176,78	8,06	38,78	18,94	74,61	85,13	63,95	77,12
Média (%)		5,63	1,88	17,08	2,92	2,29	0,14	76,04	0,56	5,62	0,83	0,38	0,50	0,16
Regressão														
AIB-L	1	-	-	-	1,3408*	-	-	0,0048 ^{ns}	-	0,0277 ^{ns}	0,0881 ^{ns}	0,0036 ^{ns}	0,0260 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
AIB -Q	1	-	-	-	0,0839 ^{ns}	-	-	0,0007 ^{ns}	-	0,0094 ^{ns}	0,0312 ^{ns}	0,0118 ^{ns}	0,0467♦	0,0053 ^{ns}
AIB -L/H	1	0,0371 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,3529 ^{ns}	-	0,0604 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	-	0,2278 ^{ns}	-	-	-	-	-
AIB -Q/H	1	0,5427 ^{ns}	0,0295 ^{ns}	0,1523 ^{ns}	-	0,0167 ^{ns}	0,0139 ^{ns}	-	0,2209 ^{ns}	-	-	-	-	-
AIB -L/SL	1	0,5644 ^{ns}	0,4567♦	1,0795♦	-	0,1055 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	-	0,1833 ^{ns}	-	-	-	-	-
AIB -Q/SL	1	0,2180 ^{ns}	0,2503 ^{ns}	-	0,4343♦	0,0026 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	-	0,0146 ^{ns}	-	-	-	-	-
Contraste¹														
T vs. Água/H	1	0,2184 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,1883 ^{ns}	0,0099 ^{ns}	0,1356 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0041 ^{ns}	0,0116 ^{ns}	-	0,0030 ^{ns}	0,0134 ^{ns}	-	-
T vs. Água/SL	1	0,2780 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,1121 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,2185 ^{ns}	0,0113 ^{ns}	0,0283 ^{ns}	0,2897 ^{ns}	-	0,0538 ^{ns}	0,0411 ^{ns}	-	-

ns, **, * e ♦: não significativo e significativo a 1%, 5% e 10% pelo teste F, respectivamente.

ANEXO D - CAPÍTULO V

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão para as variáveis estacas enraizadas (ENR), vivas sem raiz (VSR), com calo (CAL), com brotações (BRO), retenção foliar (RF), mortas (MOR), número de raiz (NR) e comprimento radicular (CR), massa fresca e seca da parte aérea (MSPA e MSPA, respectivamente) e massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR, respectivamente), de goiabeira cv. Século XXI tratadas com indutor (AIB - ácido indolbutírico) Areia-PB.

FV	GL	ENR	VSR	CAL	BRO	RF	MOR	NR	CR	MFPA	MSPA	MFR	MSR
TRAT	3	0,2062 ^{ns}	0,3620 ^{ns}	0,3542 ^{ns}	0,0904 ^{ns}	0,0156 [♦]	0,0105 ^{ns}	0,0452 ^{ns}	0,0068 ^{ns}	0,0626 ^{ns}	0,0320 ^{ns}	0,0188 ^{ns}	0,0024 ^{ns}
Resíduo	8	0,1410	0,2880	0,2361	0,0,904	0,0044	0,0068	0,0752	0,0078	0,0430	0,0133	0,0277	0,0119
CV (%)		34,56	73,33	171,23	346,41	29,83	4,38	22,44	9,03	44,78	36,49	76,48	100,70
Média (%)		15,0	8,3	3,3	0,8	0,70	76,7	1,1	8,6	2,26	1,16	0,77	0,31
Regressão													
Linear	1	0,0385 ^{ns}	0,1964 ^{ns}	0,0868 ^{ns}	0,1627 ^{ns}	0,0036 ^{ns}	0,0135 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,0096 ^{ns}	0,0048 ^{ns}	0,0050 ^{ns}	0,0183 ^{ns}	0,0022 ^{ns}
Quadrático	1	0,2478 ^{ns}	0,5346 ^{ns}	0,9662 [♦]	0,0904 ^{ns}	0,0064 ^{ns}	0,0177 ^{ns}	0,0143 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	0,1576 [♦]	0,0544 [♦]	0,0316 ^{ns}	0,0016 ^{ns}

^{ns} e [♦]: não significativo e significativo a 10% pelo teste F, respectivamente.

