



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA EM UMBUGUELEIRA**

**DAYSEANA CARNEIRO RUFINO**

**AREIA-PB**

**2015**

**DAYSEANA CARNEIRO RUFINO**

**PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA EM UMBUGUELEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade Federal da Paraíba, Campus II  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rejane Maria Nunes Mendonça

**AREIA-PB**

**2015**

# PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA EM UMBUGUELEIRA

Por:

**DAYSEANA CARNEIRO RUFINO**

APROVADA EM: \_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_

## BANCA EXAMINADORA

---

Rejane Maria Nunes Mendonça, D. Sc.

Orientadora

DFCA/CCA/UFPB

*Élica Santos Rios*

---

Élica Santos Rios, M. Sc.

PPGA/DFCA/CCA/UFPB

*Jefferson Alves Dias*

---

Jefferson Alves Dias, M. Sc.

PPGA/DFCA/CCA/UFPB

*Dedico a todos os meus familiares, em especial aos meus Pais Manoel Rufino Sobrinho e Vilma Carneiro Rufino. As minhas irmãs Rilma Janaína Carneiro Rufino, Jaqueline Carneiro Rufino de Assis e Dayse Dayana Carneiro Rufino, por todos os ensinamentos e carinho. Ao meu companheiro e amigo Idesio Raimundo de Lima.*

**DEDICO**

*“Crescer significa mudar, e mudar envolve riscos, uma passagem do conhecido para o desconhecido”.*

*Autor Desconhecido*

## AGRADECIMENTOS

*Agradecer a Deus pelo dom da vida, pois tudo é possível àquele que crê.*

*Aos meus Pais Manoel Rufino Sobrinho e Vilma Carneiro Rufino por todo apoio e fortalecimento nos momentos mais difíceis.*

*Ao companheiro e amigo Idesio Raimundo de Lima por todo carinho, paciência, amor e dedicação nos momentos difíceis.*

*As minhas irmãs Rilma Janaina Carneiro Rufino, Jaqueline Carneiro Rufino de Assis e Dayse Dayana Carneiro Rufino pela confiança e incentivo em todo tempo e companheirismo.*

*Aos meus sobrinhos Maria Clara Rufino dos Santos e Athur Carneiro Rufino de Assis.*

*Aos meus amigos (as): Élica, Jonathan, Giliane Aparecida, Jefferson, Samuel, Isabel, Fábio por compartilharem de todos os momentos e pelas palavras de carinho e incentivo.*

*A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de qualificação no curso.*

*A Professora Dr<sup>a</sup>. Rejane Maria Nunes Mendonça pela oportunidade que me foi dada, pelo carinho e dedicação, em especial por ter proporcionado essa experiência acadêmica.*

*A todos os funcionários que compõem a instituição, o Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais e a Coordenação do curso, em especial ao Sr. Josa por todo apoio.*

*A Mestre Élica e a Jefferson por disponibilizarem o tempo e enriquecer o trabalho com as sugestões na correção.*

*A amiga em especial Élica Rios por participar e dispor de tempo durante toda jornada, pelo apoio, incentivo e dedicação.*

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO GERAL .....	1
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REFERÊNCIAS .....	8
CAPÍTULO I.....	9
CONCENTRAÇÃO DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE ESTACAS LENHOSAS E SEMILENHOSAS DE UMBUGUELEIRA .....	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4. CONCLUSÕES .....	25
5. REFERÊNCIAS .....	26
CAPÍTULO II.....	30
ÉPOCAS DE COLETA E CONCENTRAÇÕES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE ESTACAS HERBÁCEAS EM UMBUGUELEIRA.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4. CONCLUSÕES .....	49
5. REFERÊNCIAS .....	50

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

Tabela 1. Resumo das análises de variância (ANOVA) e contrastes para as variáveis estacas aptas (EA), estacas brotadas (EB), número de brotações por estaca (NBE), comprimento das brotações (CM), área foliar (AF), número de calos (NC) e massa seca da parte aérea (MSPA) estacas enraizadas (ER), número de raízes por estaca (NRE), comprimento das raízes (CR), área foliar (AR); massa seca das raízes (MSR) e estacas mortas (EM) de estacas lenhosas e semilenhosas de *umbugueira*, em relação ao tipo e diâmetro das estacas e as concentrações (Conc.) do ácido indolbutírico (AIB), Areia-PB..... 54

### Capítulo II

Tabela 1. Resumo das análises de variância (ANOVA) e contraste para as variáveis estacas aptas (EA), estacas brotadas (EB), número de brotações por estaca (NBE), comprimento das brotações (CB), área foliar (AR), número de calos (NC) massa seca da parte aérea (MSPA), estacas enraizadas (ER), número de raízes por estaca (NRE), comprimento das raízes (CR), volume de raiz (VR) área foliar (AR); massa seca das raízes (MSR) e estacas mortas (EM) de estacas do tipo herbáceas de *umbugueira* em relação à época de coleta e concentrações (Conc.) do ácido indolbutílico (AIB), Areia-PB..... 55

## LISTAS DE FIGURAS

### Capítulo I

- Figura 1. Percentagem de estacas aptas ao plantio em relação ao diâmetro da estaca (A), Percentagem de estacas enraizadas (B) de umbugueira submetidas a diferentes concentrações de AIB. Areia- PB.....16
- Figura 2. Percentagem de estacas lenhosas e semi-lenhosas de umbugueira com brotações, em relação às concentrações de AIB (A) e percentagem de estacas brotadas em relação ao diâmetro da estaca (B), Areia- PB.....17
- Figura 3. Número de brotações por estaca de umbugueira em relação tipo e ao diâmetro da estaca, Areia- PB. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula dentro de estacas e maiúsculas entre estacas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....18
- Figura 4. Número de raízes por estaca de umbugueira em relação ao diâmetro da estaca (D1 = 0,5-1,0 cm e, D2 = 1,1-1,6 cm) e a imersão em ácido indolbutírico (A) e ao diâmetro da estaca (B), Areia-PB. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre diâmetros de estacas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....19
- Figura 5. Percentagem de estacas mortas de umbugueira em relação às concentrações de AIB e ao tipo de estaca, Areia-PB.....20
- Figura 6. Comprimento das brotações de estacas (A); Área Foliar (B); Número de calo por estaca (C); Comprimento radicular de estaca (D); Área radicular (E) de umbugueira em relação aos tipos e diâmetros de estacas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....22
- Figura 7. Massa seca radicular (MSR) (A) e Massa seca da parte aérea (C) de umbugueira em relação aos tipos de estacas e diâmetros das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....24

### Capitulo II

- Figura 1. Percentagem de estacas de umbugueira aptas a serem plantadas em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e doses de ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....37

Figura 2. Percentagem de estacas enraizadas de umbugueleira em relação à época de coletada, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e a imersão em ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	38
Figura 3. Número de raízes por estaca de umbugueleira em relação à época de coletada, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e a imersão em ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	39
Figura 4. Percentagem de estacas brotadas de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	40
Figura 5. Comprimento das brotações de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	41
Figura 6. Número de calos por estaca de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	42
Figura 7. Número de brotações por estaca (A); comprimento radicular (B); volume de raiz (C) de umbugueleira em relação à imersão em ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	43
Figura 8. Percentagem de estacas mortas de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	45
Figura 9. Área foliar de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	46
Figura 10. Área foliar de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	47
Figura 11. Massa seca das brotações (MMSB) (A); Massa seca radicular (MMSR) (B) de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.....	48

## PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA EM UMBUGUELEIRA

**RESUMO GERAL-** A umbugueleira (*Spondias spp.*) por ser uma espécie que raramente possui sementes é propagada apenas vegetativamente por estaquia, enxertia ou alporquia. A aplicação exógena de hormônios sintéticos tem sido uma técnica utilizada para melhorar o percentual de enraizamento das estacas dessa espécie, o ácido indolbultírico vem sendo o mais empregado e eficiente, por ser fotoestável e ser imune ação biológica. Neste trabalho foram conduzidos dois ensaios, o primeiro teve como objetivo avaliar o efeito de concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de umbugueleira com dois diâmetros, e o segundo objetivou avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de umbugueleira com imersão em concentrações de AIB e duas épocas após a poda. Os experimentos foram conduzidos no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situada no município de Areia- PB. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial [(2 x 2 x 5) + 4] sendo os fatores: tipos de estacas (lenhosa e semi-lenhosa), diâmetros (com intervalo de 0,5-1,0 cm (D1); e de 1,1-1,6 cm (D2)) e concentrações de AIB (0, 100, 200, 300, 400 mg L<sup>-1</sup>), sendo o zero referente ao plantio direto e quatro tratamentos adicionais (imersão em água referente a dois tipos de diâmetros e dois tipos de estacas), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental. A aplicação do regulador de crescimento e da água destilada foram por imersão lenta (2 cm da parte basal das estacas, por 12 horas) em condição de escuro absoluto. No segundo o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial [(2 x 6) + 2], sendo duas épocas de coleta de estacas (30 dias após a poda, com diâmetro aproximado de 0,2 cm e 70 dias após a poda, com diâmetro aproximado de 0,5 cm), seis concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mg L<sup>-1</sup>), sendo o zero referente ao plantio direto e dois tratamentos adicionais (imersão em água por 12 horas, aos 30 e 70 dias após a poda), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental. A aplicação do regulador de crescimento e da água destilada foram por imersão rápida (2 cm da parte basal das estacas), durante 15 segundos. As variáveis analisadas foram: estacas aptas ao plantio, sendo consideradas aptas as estacas que apresentavam mais de uma raiz e com presença de radículas (%); estacas enraizadas (%); número de brotação por estaca (%); comprimento da raiz e brotação (cm); área foliar e radicular (mm<sup>2</sup>); (%); número de calos por estaca (%); massa seca da parte aérea e do sistema radicular (g); estacas enraizadas (%);

número de estacas mortas (%) e volume de raiz (ml). No primeiro experimento o diâmetro de 1,1 a 1,6 cm apresentou efeito significativo para as variáveis: quantidade de estacas aptas ao plantio, quantidade de estacas brotadas e no número de raízes por estaca. As concentrações de AIB influenciam no percentual de estacas lenhosas brotadas e no número de raízes por estaca, sendo que o aumento na concentração do ácido indolbutírico causa uma redução linear para essas variáveis. Para as variáveis: comprimento das brotações, área foliar, número de calos por estaca, área radicular, massa seca da raiz e da parte aérea não foram influenciadas pela concentração de AIB, nem pelo diâmetro e nem pelo tipo de estaca de umbugueira. A percentagem de estacas mortas foi influenciada pelo tipo de estaca, sendo que nas estacas semilenhosas a percentagem de estacas mortas aumentou com acréscimo das doses de AIB. A época de coleta de 30 dias após a poda para às variáveis percentagem de estacas aptas e estacas enraizadas não apresentou efeito das concentrações e AIB, porém aos 70 dias com o aumento das concentrações ocorreu um efeito linear decrescente nessas duas variáveis; já o número de raízes por estaca foi maior nas estacas coletadas 30 dias após a poda. Para as variáveis: comprimento da brotação, calos por estaca, percentagem de mortalidade e área radicular não houve ajuste, porém, o comprimento da brotação apresentou uma média de 6,0 cm aos 30 DAP e 8,6 cm aos 70 DAP, na porcentagem de calo e na percentagem de estacas mortas as com 30 dias após a poda apresentaram maiores valores, a área radicular foi maior nos 70 dias após a poda; já para as variáveis brotações por estaca, comprimento radicular e volume de raiz não houve ajuste para o modelo de regressão. Não houve diferença significativa para as variáveis: volume radicular, brotações por estaca, comprimento radicular, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz.

**Palavras-chave:** Enraizamento, estaquia, propagação vegetativa.

## SPREAD FOR CUTTING IN UMBUGUELEIRA

**ABSTRACT-** The umbugueira (*Spondias spp.*) To be a species that rarely has propagated only vegetatively seeds is by cuttings, grafting or layering. The exogenous application of synthetic hormones has been a technique used to improve the rooting percentage of the cuttings of this species, the indolbultírico acid has been the most used and efficient, to be photostable and be immune biological action. In this work we conducted two tests, the first aimed to evaluate the effect of IBA concentrations (IBA) on rooting of hardwood cuttings and softwood from umbugueira with two diameters, and the second aimed to evaluate the rooting of herbaceous cuttings of umbugueira with immersion AIB in concentrations and two seasons after pruning. The experiments were conducted in nursery Fruticultura of the Department of Plant and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), in the municipality of Areia- PB. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement [(2 x 2 x 5) 4] being the factors: types of cuttings (woody or semi-woody), diameter (with an interval of 0.5-1.0 cm ( D1), and 1.1-1.6 cm (D2)) and IBA concentrations (0, 100, 200, 300, 400 mg L<sup>-1</sup>), where zero refers to the right planting and four additional treatment (immersion water refers to two types of diameters and two types of cuttings), with four replications of ten cuttings per plot. The application of the growth regulator and water were distilled by slow immersion (cm 2 in the basal part of the cuttings for 12 hours) in absolute dark condition. In the second experimental design was completely randomized in a factorial arrangement [(2 x 6) 2], two stakes collection periods (30 days after pruning, with an approximate diameter of 0.2 cm and 70 days after pruning with a diameter of approximately 0.5 cm), six IBA concentrations (0, 1000, 1500, 2000, 2500 and 3000 mg L<sup>-1</sup>), where zero refers to the right planting and two additional treatment (immersion in water for 12 hours, at 30 and 70 days after pruning) with four replications of ten cuttings per plot. The application of the growth regulator and water were distilled by immersion (cm 2 in the basal part of the cuttings) for 15 seconds. The variables analyzed were able to plant stakes, being considered suitable stakes that had more than one root and presence of fibrous root (%); rooted cuttings (%); number of sprouting for cutting (%); and budding root length (cm); leaf and root area (mm<sup>2</sup>); (%); number of calluses from cuttings (%); dry weight of shoot and root (g); rooted cuttings (%); number of dead piles (%) and root volume (ml). In the first experiment the diameter 1.1 to 1.6 cm showed significant effects for the following variables:

number of piles able to plant, amount of sprouting and number of roots per cutting. The IBA concentrations influence the percentage of sprouted woody cuttings and root number per cutting, and an increase in the concentration of IBA causes a linear reduction for these variables. For the variables: length of shoots, leaf area, number of corns per cutting, root area, root dry mass and part area were not influenced by the concentration of IBA, or by diameter and not by the type of umbugueleira stake. The percentage of dead cuttings was influenced by the type of stake, and softwood cuttings in the percentage of dead cuttings increased with increase in doses of IBA. The collection time of 30 days after pruning for the variables percentage of fit cuttings and rooted cuttings showed no effect of concentrations and AIB, but at 70 days with increasing concentrations there was a decreasing linear effect on these two variables; already the number of roots per cutting was higher in cuttings collected 30 days after pruning. For the variables: length of budding, corns per cutting, percentage of mortality and root area there was no adjustment, however, the length of budding showed an average of 6.0 cm to 8.6 cm 30 DAP and 70 DAP, the percentage callus and the percentage of dead stakes 30 days after pruning had higher values, the root area was greater in the 70 days after pruning; already for the variables shoots per cutting, root length and root volume was not fit for the regression model. There was no significant difference for the variables root volume, shoots per cutting, root length, dry weight of shoot and root dry mass.

**Key words:** Rooting cuttings, vegetative propagation.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Spondias*, pertencente à família Anacardeaceae, que compreende cerca de 20 espécies, nas quais no nordeste brasileiro destacam-se as espécies: *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias purpurea* L. (ciriguela), *Spondias cytherea* Sonn. (cajaraneira), *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (umbuzeiro) e *Spondias* spp. (umbu-cajazeira e umbugueira) (MARTINS & MELO, 2006).

A crescente demanda pelos produtos com *Spondias* tem demonstrado um potencial econômico para a exploração dessas espécies em escala comercial, o que vem resultando em estudos mais aprofundados sobre o seu processo de domesticação, sendo a propagação das espécies o principal foco. Algumas dessas espécies são cultivadas em fundos de quintais ou em pequenos pomares, por apresentarem grande potencial para o desenvolvimento de atividade comercial agro familiar, isto devido às condições de adaptação ao clima e solo (SANTOS, 2008).

O gênero *Spondias* possui algumas espécies que são propagadas pelo método sexuado (por sementes), como também pelo assexuado (vegetativo), porém outras, tais como a umbugueira por raramente possuírem sementes são propagadas apenas vegetativamente por estaquia, enxertia ou alporquia (HARTMANN et al., 2002).

A propagação vegetativa de alguns gêneros dessa família possuem limitações, tais como a dificuldade de enraizamento. De acordo com Simão (1998) a capacidade de enraizamento está interligada a vários fatores endógenos e exógenos, e dentre eles estão o estado nutricional e fenológico da planta matriz, fatores ambientais e possíveis tratamentos com reguladores de crescimento aplicados ao material propagativo.

A estaquia vem sendo sugerida por vários autores, porém os resultados variam de acordo com o grande número de fatores internos e externos envolvidos neste processo. Destacam-se, como fatores internos, 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 presente no tecido (FACHINELLO et al., 2005); havendo, ainda, a ação conjunta dos denominados cofatores do enraizamento, a exemplo dos seguintes compostos: ácido isoclorogênico; terpenóides oxigenados; o ácido abscísico, de ação antagônica à síntese de giberelinas; o fenólico catecol, que atua protegendo a auxina da ação da enzima ácido indolil-3-acético (AIA) oxidase; e o floroglucinol, que atua sinergicamente com o ácido indolbutírico (AIB) (HARTMANN et al., 2002).

A propagação vegetativa de *Spondias* por estaquia apresenta limitações e não se dispõe ainda de tecnologias para produção comercial de mudas (SOUZA & ARAÚJO, 1999). A utilização de fitorreguladores, tais como a auxina, visa acelerar o processo de enraizamento, assim como também a porcentagem e o número de estacas enraizadas, possibilitando uma maior uniformidade nesse processo (FACHINELLO et al., 2005).

Dentre as auxinas utilizadas, o ácido indolbutírico (AIB) vem se destacando como o mais comumente empregado na indução do enraizamento, por se tratar de uma substância com maior fotoestabilidade, em comparação com as demais auxinas sintéticas, além de apresentar ação localizada e menor sensibilidade à degradação biológica (FACHINELLO et al., 1995).

A capacidade de a estaca enraizar está relacionada a fatores como o estado nutricional e fenologia da matriz, o tipo de ramo e de estaca, fatores ambientais e tratamento concedido. Uma das prováveis causas dos frequentes insucessos de propagação das espécies de *Spondias* por estaquia é a época da coleta dos propágulos, que deve ser realizada no final da fase fenológica de repouso vegetativo da planta, ou seja, poucos dias antes da emissão das brotações, dos ramos, das folhas e das flores (SOUZA & ARAÚJO, 1999).

O percentual de enraizamento também pode variar com o tipo de estaca utilizada, visto que esse potencial varia entre as diferentes porções de um mesmo ramo. Ramos lenhosos apresentam maior enraizamento na porção basal, enquanto que ramos semilenhosos e herbáceos possuem maior potencial de enraizamento em sua porção apical (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2002). A época de coleta do material vegetativo também é um fator a ser considerado, variando de acordo com o perfil de cada espécie. De acordo com Souza & Araujo (1999) a época da coleta dos propágulos, que deve ser realizadas no final da fase fenológica de repouso vegetativo da planta, ou seja, poucos dias antes da emissão das brotações, além disso, a estação do ano em que as brotações são coletadas também é um fator decisivo para o sucesso do enraizamento. Para algumas espécies, normalmente consideradas de fácil enraizamento, a época da coleta não influencia a formação de raízes. Entretanto, outras espécies somente apresentam porcentagens satisfatórias de enraizamento quando a coleta das brotações ocorre em períodos específicos (HARTMANN et al., 2002).

Devido à necessidade de conhecimentos sobre a melhor forma de propagação de alguns gêneros de *Spondias*, a exemplo da umbugueleira, estudos como este se tornam imprescindíveis para a obtenção de informações que possam favorecer o processo de domesticação dessas espécies.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas lenhosas, semilenhosas e herbáceas de umbugueira com imersão lenta e rápida em concentrações de ácido indolbutírico (AIB) em intervalos de diâmetros e épocas de coleta após a poda.

## 2. REFERÊNCIAS

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN A.; NACHTIGAL J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

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. 179 p.

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

MARTINS, S. T.; MELO, B.; *Spondias* (Cajá e outras). In: **Núcleo de estudos em fruticultura no cerrado**, 2006. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>. Acesso em: 10 maio. 2015.

SANTOS, E. de O. C. **Enfoque sócio econômico da produção, processamento e comercialização do umbu no Semiárido brasileiro**. In: LEDERMAN, I.E., SILVA JUNIOR, J.F. (Org.). *Spondias* no Brasil: umbu, cajá e espécies afins. Recife – PE. Universidade Federal de Pernambuco, 2008 a. p. 174 a 180.

SIMÃO. S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agroindustriais**. Planalto do Pici: Embrapa agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical - Comunicado Técnico, 31).

## CAPÍTULO I

### CONCENTRAÇÕES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE ESTACAS LENHOSAS E SEMILENHOSAS DE UMBUGUELEIRA

**Resumo-** A crescente demanda pelos produtos com *Spondias* tem demonstrado um potencial econômico para a exploração dessas espécies em escala comercial, o que vem resultando em estudos mais aprofundados sobre o seu processo de domesticação, sendo a propagação das espécies o principal foco. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de concentrações de AIB no enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de umbugueleira com dois diâmetros. O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situada no município de Areia- PB. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial [(2 x 2 x 5) + 4] sendo os fatores: tipos de estacas (lenhosa e semi-lenhosa), diâmetros (com intervalo de 0,5-1,0 cm (D1); e de 1,1-1,6 cm (D2)) e concentrações de AIB (0, 100, 200, 300, 400 mg L<sup>-1</sup>), sendo o zero referente ao plantio direto e quatro tratamentos adicionais (imersão em água referente a dois tipos de diâmetros e dois tipos de estacas), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental. A aplicação do regulador de crescimento e da água destilada foram por imersão lenta (2 cm da parte basal das estacas, por 12 horas) em condição de escuro absoluto. No primeiro experimento o diâmetro de 1,1 a 1,6 cm apresentou efeito significativo para as variáveis: quantidade de estacas aptas ao plantio, quantidade de estacas brotadas e no número de raízes por estaca. As concentrações de AIB influenciam no percentual de estacas lenhosas brotadas e no número de raízes por estaca, sendo que o aumento na concentração do ácido indolbutírico causa uma redução linear para essas variáveis. Para as variáveis: comprimento das brotações, área foliar, número de calos por estaca, área radicular, massa seca da raiz e da parte área não foram influenciadas pela concentração de AIB, nem pelo diâmetro e nem pelo tipo de estaca de umbugueleira. A percentagem de estacas mortas foi influenciada pelo tipo de estaca, sendo que nas estacas semilenhosas a percentagem de estacas mortas aumentou com acréscimo das doses de AIB.

**Palavras-chave:** *Spondias spp.*, diâmetros de estacas, auxina.

## MERGER OF AIB THE SPREAD OF STAKES HARDWOOD AND SOFTWOOD OF UMBUGUELEIRA

**ABSTRACT-** The growing demand for products with *Spondias* have demonstrated economic potential for exploitation of these species on a commercial scale, which has resulted in further studies on its domestication process, and the spread of the species the main focus. The aim of this study was to evaluate the effect of IBA concentrations on rooting of hardwood cuttings and softwood from umbugueleira with two diameters. The experiment was conducted at nursery Fruticultura of the Department of Plant and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), in the municipality of Areia- PB. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement [(2 x 2 x 5) + 4] being the factors: types of cuttings (woody or semi-woody), diameter (with an interval of 0.5-1.0 cm (D1), and 1.1-1.6 cm (D2)) and IBA concentrations (0, 100, 200, 300, 400 mg L<sup>-1</sup>), where zero refers to the right planting and four additional treatments (immersion in water refers to two types of diameters and two types of cuttings), with four replications of ten cuttings per plot. The application of the growth regulator and water were distilled by slow immersion (2 cm in the basal part of the cuttings for 12 hours) in absolute dark condition. In the first experiment the diameter 1.1 to 1.6 cm showed significant effects for the following variables: number of piles able to plant, amount of sprouting and number of roots per cutting. The IBA concentrations influence the percentage of sprouted woody cuttings and root number per cutting, and an increase in the concentration of IBA causes a linear reduction for these variables. For the variables: length of shoots, leaf area, number of corns per cutting, root area, root dry mass and part area were not influenced by the concentration of IBA, or by diameter and not by the type of umbugueleira stake. The percentage of dead cuttings was influenced by the type of stake, and softwood cuttings in the percentage of dead cuttings increased with increase in doses of IBA.

**Key words:** *Spondias spp.* , Stakes diameters , auxin .

## 1. INTRODUÇÃO

A umbugueira (*Spondias spp.*) é uma espécie propagada apenas vegetativamente por estaquia, enxertia ou alporquia, a estaquia vem sendo mais comumente utilizada nas *Spondias*, devido à propagação vegetativa de alguns gêneros dessa família possuir limitações, tais como a dificuldade de enraizamento e por ser uma técnica de maior viabilidade econômica (TOFANELLI et al., 2002).

De acordo com Barbosa et al. (2007) os fatores que afetam o enraizamento podem estar relacionados à planta-mãe, devido as características genéticas da espécie, idade da planta, fase de desenvolvimento da planta, estado nutricional da planta, época do ano, hormônios, tipo e posição da estaca no ramo, presença de folhas e gemas como também fatores ligados ao ambiente, como a temperatura, umidade, luz e oxigênio.

Em espécies de difícil enraizamento, a deficiência pode está relacionada ao baixo teor de auxina, pois segundo Pasqual et al. (2001), é necessário que haja um balanço endógeno adequado entre auxinas, giberelinas e citocininas, ou seja, um equilíbrio entre promotores e inibidores do processo de iniciação radicular. A maneira mais comum de promover esse equilíbrio é pela aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, que pode elevar o teor de auxina no tecido, essencial no processo de enraizamento das estacas. Essas auxinas são fitorreguladores que possuem ação na formação de raízes adventícias, na ativação de células do câmbio e promoção do crescimento de plantas (BRESINSKY, 2012 KERBAUY, 2012; TAIZ & ZEIGER, 2013). Proporciona também maior índice de enraizamento, maior velocidade de formação, qualidade e uniformidade do sistema radicial (HARTMANN 2002).

O ácido indolbutírico é um desses fitorreguladores que promovem um aumento da porcentagem e uniformidade no enraizamento de estacas (DUTRA et al., 2012; SMARSI et al., 2008). Sendo considerado o mais eficiente para essa finalidade (CHAUHAN & MAHESHWARI, 1970; HARTMANN & KESTER, 1990).

O percentual de enraizamento também pode variar com o tipo de estaca utilizada, visto que esse potencial varia entre as diferentes porções de um mesmo ramo. Ramos lenhosos apresentam maior enraizamento na porção basal, enquanto que ramos coletados em outras épocas, portanto, semilenhosos e herbáceos possuem maior potencial de enraizamento em sua porção apical (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2002).

Em espécies lenhosas, a formação de raízes adventícias está relacionada ao diâmetro da estaca (DICKMANN et al., 1980). A relação entre ambos tem origem no grau de lignificação e, conseqüentemente, no teor de compostos fenólicos (CFs) e peroxidases (PXs).

Estudos demonstram que o teor de ligninina está negativamente relacionado aos CFs, entretanto, diretamente relacionado às PXs (LIU et al., 1996; FAIVRE-RAMPANT et al., 2002). Atividades como oxidação e catabolismo da auxina endógena dependem do teor de CFs e PXs, indicando que estacas com diferentes diâmetros e lignificação podem diferir na formação radicial (NORMANLY et al., 1995).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de concentrações de AIB no enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de umbugueleira, com dois diâmetros.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situada no município de Areia- PB, no período de maio a agosto de 2014. A microrregião do Brejo Paraibano apresenta coordenadas 6°58'12" S e 32°42'15" W. O clima da região é do tipo "As" segundo a classificação de Köppen, clima tropical quente úmido, com precipitação média anual de 1.400 mm. A altitude local é de 560 m (EMBRAPA, 2006).

As estacas de umbugueira foram retiradas no final da tarde da porção mediana e basal de uma única planta matriz, com aproximadamente 12 anos de idade. Após a coleta estacas foram acondicionadas em um isopor contendo gelo e papéis umedecidos, visando reduzir o processo de desidratação. No viveiro, as estacas foram padronizadas com aproximadamente 10 cm de comprimento com corte em bisel na base e reta no ápice, nas estacas lenhosas não foram deixadas folhas, nas estacas semi-lenhosa deixou-se por um par de ½ folhas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial [(2 x 2 x 5) + 4] sendo os fatores: tipos de estacas (lenhosa e semi-lenhosa), diâmetros (com intervalo de 0,5-1,0 cm (D1); e de 1,1-1,6 cm (D2)) e concentrações de AIB (0, 100, 200, 300, 400 mg L<sup>-1</sup>), sendo o zero referente ao plantio direto e quatro tratamentos adicionais (imersão em água referente a dois tipos de diâmetros e dois tipos de estacas), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental.

A aplicação do regulador de crescimento e da água destilada foram por imersão lenta (2 cm da parte basal das estacas, por 12 horas) em condição de escuro absoluto. O ácido foi diluído utilizando-se 10 ml de álcool etílico por 100 mg do AIB, sendo posteriormente completado o volume da solução com água destilada. Após o período de imersão as estacas foram plantadas em sacos de polietileno de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, contendo substrato composto por casca de arroz carbonizada + composto orgânico, na proporção 1:1 (v/v), com profundidade de plantio de aproximadamente 1/3 do comprimento da estaca, sob sistema de nebulização intermitente, programado com tempo de abertura de 10 segundos em intervalos de 10 minutos.

O experimento foi avaliado após cento e vinte dias (120) do plantio das estacas. As variáveis analisadas foram: estacas aptas ao plantio, sendo consideradas aptas as estacas que apresentavam mais de uma raiz e com presença de radículas (%); estacas brotadas (%);

número de brotações por estacas (%); comprimento da brotação e da raiz (cm); área foliar e radicular ( $\text{mm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ); número de estacas com a presença de calos (%); massa seca da parte aérea e do sistema radicular ( $\text{g planta}^{-1}$ ); estacas enraizadas (%); número de raízes emitidas por estaca (%); número de estacas mortas (%). As variáveis com resultados expressos em percentual foram calculadas por regras de três, e as dadas em número foi obtido através da divisão da quantidade de estacas para obtenção da média.

A área foliar, obtida com auxílio de medidor digital portátil AM 300 e área radicular obtida pelo programa computacional Sigma Scan de análise de imagens digitalizadas, onde foram retiradas fotos e ao lado destas foi estabelecida uma medida de 1 cm, o que serviu de referência para o programa. A fitomassa fresca e seca das raízes e das brotações obtida pela pesagem em balança de precisão, antes e após, respectivamente secagem em estufa, com temperatura de  $65^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , até peso constante, com posterior pesagem, sendo os resultados expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ .

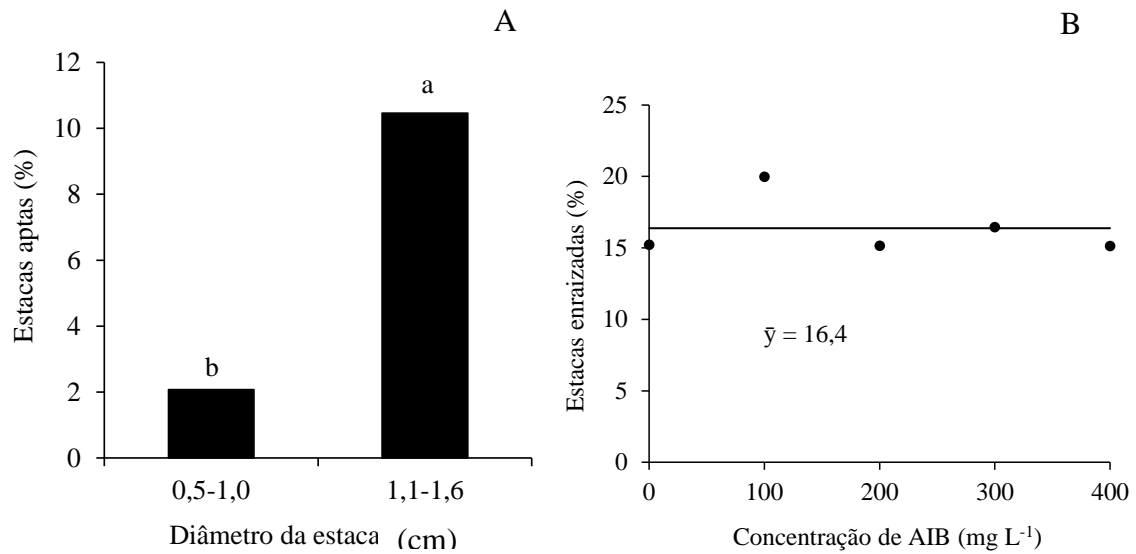
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As concentrações de AIB foram submetidas à análise de regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão ( $R^2 > 0,70$ ) e o significado biológico, através do Sistema de Análises Estatísticas versão 9.0. Para comparar as médias dos tratamentos qualitativos utilizou-se o teste Tukey, a 10% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a percentagem de estacas aptas ao plantio representada na figura 1A, é possível observar que houve diferença significativa entre os diferentes diâmetros das estacas, onde, para a formação de uma nova planta, o diâmetro que varia de 1,1 a 1,6 cm (D2) foi o que apresentou os melhores resultados, chegando a mais de 10%, já as estacas com diâmetro entre 0,5 e 1,0 cm (D1) ficaram em torno de 2% de estacas aptas, um valor muito baixo levando em consideração a quantidade de estacas que foram utilizadas.

Jarvis (1986) afirmou que a aplicação exógena de auxina pode influenciar de forma positiva no desenvolvimento das estacas, depende de vários fatores quanto à consistência do ramo de onde as estacas foram coletadas, do tempo entre a coleta do material, da concentração, do tipo de auxina sintética utilizada e da duração da imersão. Souza & Lima (2005) trabalhando com estacas de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico, constataram que a aplicação do AIB influencia de forma positiva o aumento do número de estacas aptas ao plantio, atingindo um máximo nas concentrações entre 1.000 mg L<sup>-1</sup> e 1.500 mg L<sup>-1</sup>.

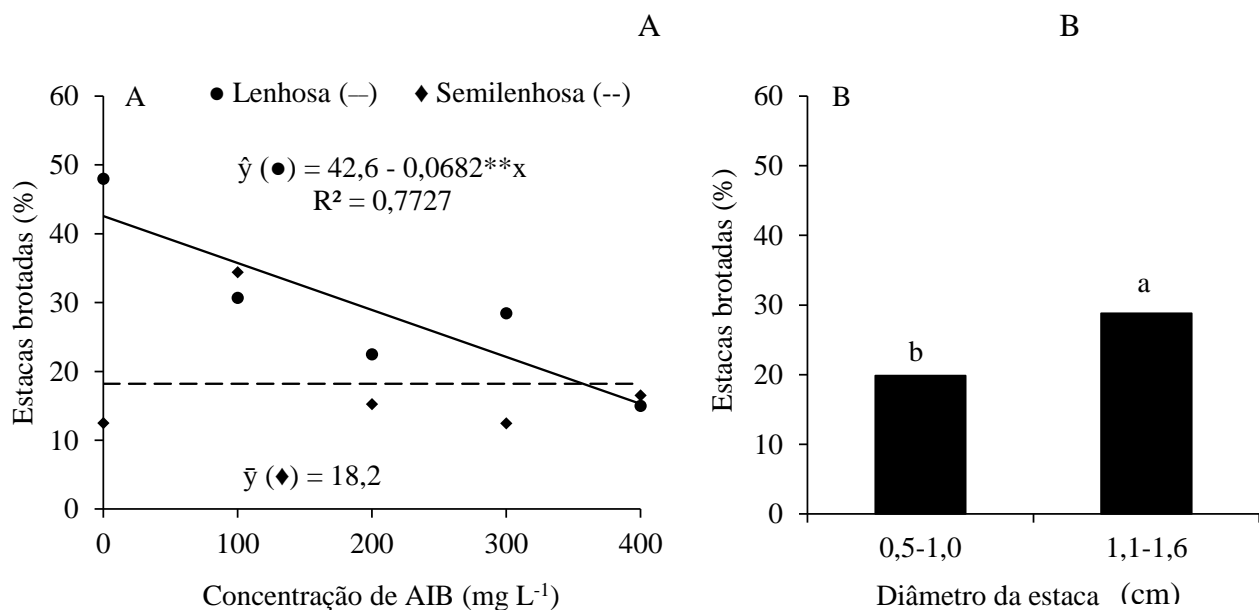
Na figura 1B verifica-se que as diferentes concentrações de AIB não influenciaram na no enraizamento das estacas. Isso pode ter acontecido porque segundo Dutra & Kersten (1996), a época em que a estaquia é realizada influencia no enraizamento, porque ocorrem variações no conteúdo dos cofatores, na formação e no acúmulo de inibidores do enraizamento, o que provavelmente explique a resposta mais ou menos efetiva à aplicação do regulador. Ferriani et al. (2006) estudando a propagação vegetativa por estaquia em azaleia arbórea (*Rhododendron thomsonii* H.) com estacas semilenhosas e com diferentes concentrações de AIB (0, 1000, 2000 e 4000 mg L<sup>-1</sup>) não observaram enraizamento para as estacas, resultado que pode ter sido influenciado pela época de coleta das estacas. Nesse mesmo sentido, Mindêllo Neto et al. (2004) trabalhando com porta-enxertos de pessegueiro, afirmam que a necessidade de aplicação de reguladores varia com as características genéticas do material.



**Figura 1.** Percentagem de estacas aptas ao plantio em relação ao diâmetro da estaca (A), Percentagem de estacas enraizadas (B) de umbuqueleira submetidas a diferentes concentrações de AIB. Areia- PB.

É possível observar na figura 2A, que as diferentes concentrações de AIB influenciaram o percentual de estacas lenhosas brotadas, sendo que o aumento na concentração do ácido indolbutírico causou uma redução linear na percentagem de brotações, onde o mesmo saiu de 42,6% de estacas brotadas reduzindo para 15,32%, quando tratadas com 400 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Para as estacas semilenhosas, não houve diferença entre as concentrações de AIB aplicadas, tendo assim, uma média de estacas brotadas de 18,2%.

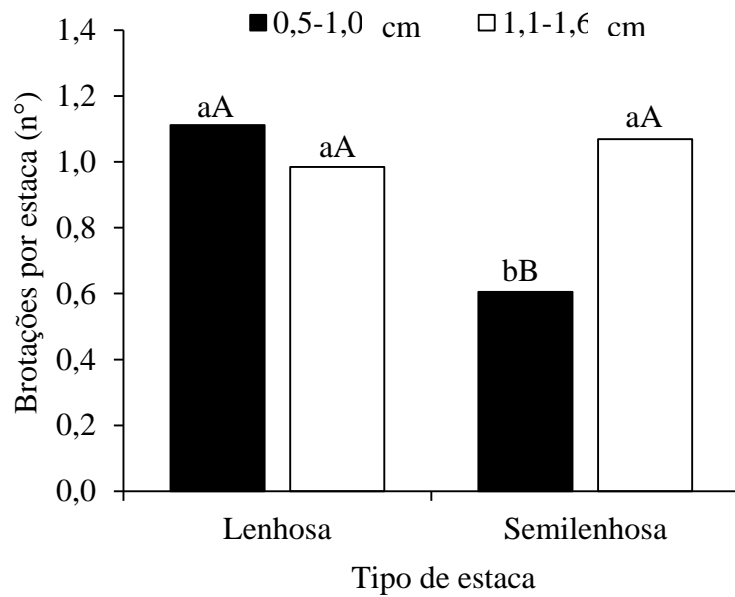
O diâmetro das estacas, também influenciou de forma significativa a quantidade de estacas brotadas, sendo que o diâmetro entre 1,1 a 1,6 cm foram os que apresentaram os melhores resultados, cerca de 30% de estacas brotadas.



**Figura 2.** Percentagem de estacas lenhosas e semi-lenhosas de umbugueleira com brotações, em relação às concentrações de AIB (A) e percentagem de estacas brotadas em relação ao diâmetro da estaca (B), Areia- PB.

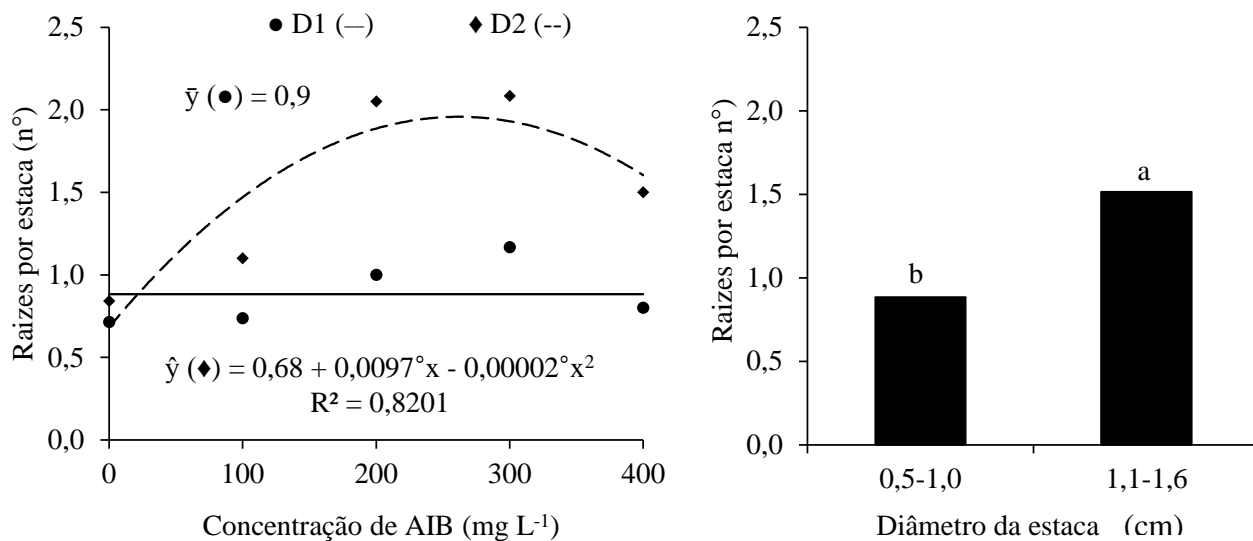
Observa-se na figura 3 que o tipo de estaca e o diâmetro influenciaram o número de brotações, no tipo de estaca lenhosa não houve diferença estatística entre as variações do diâmetro, porém quando estacas apresentaram diâmetro de 0,5 a 1,0 cm, apresentaram maior número de brotações que as estaca semilenhosa, e com aproximadamente 1,2 brotações, nas estacas semilenhosas verifica-se que as estacas de maior diâmetro (1,1,a 1,6 cm) obtiveram maior percentagem de estacas brotadas.

Paiva et al. (2015) avaliando as mudas de romãzeira propagadas por estaquia, observaram que o maior número de brotações foi verificado em estacas sem folhas. Estes resultados podem estar relacionados a maior percentagem de sobrevivência das estacas nessa condição, além das menores perdas por transpiração em função das retiradas das folhas, favorecendo a diferenciação celular nas partes apicais das estacas e o surgimento de um maior número de brotos (FACHINELLO et al., 2005).



**Figura 3.** Número de brotações por estaca de umbugueira em relação tipo e ao diâmetro da estaca, Areia- PB. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula dentro de estacas e maiúsculas entre estacas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

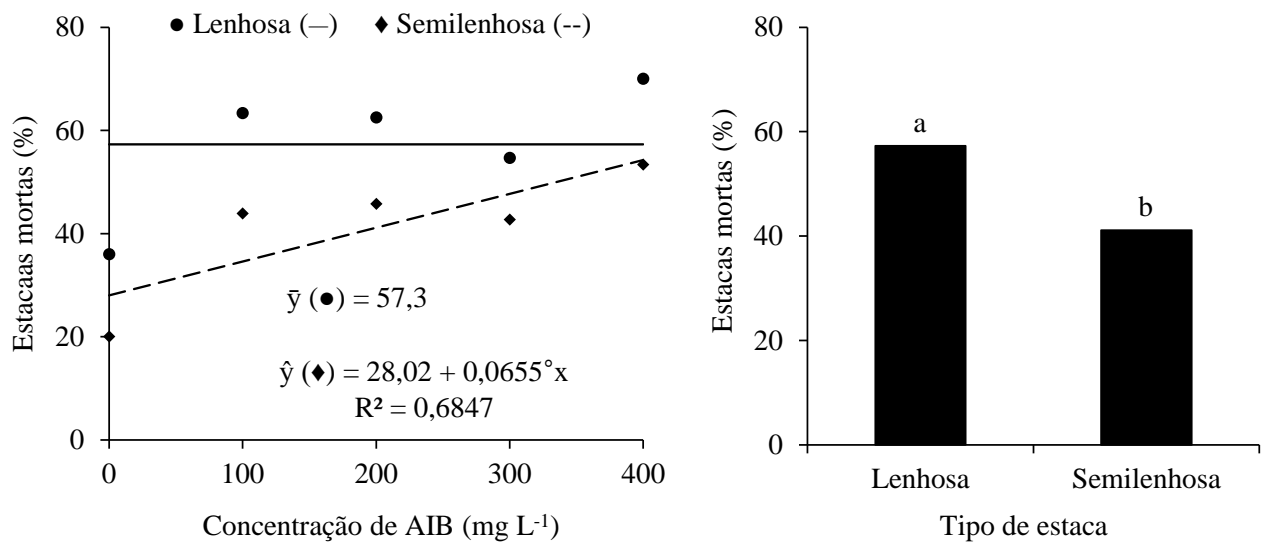
Na figura 4 observa-se que as estacas com diâmetro entre 1,1 a 1,6 cm apresentaram maior quantidade de raízes em comparação com as estacas de diâmetro menor (0,5 a 1,0 cm). Também é possível observar o aumento na concentração de AIB favoreceu o número de raízes, e que houve um aumento até a concentração de  $242,5 \text{ mg L}^{-1}$  de AIB, com valor estimado de 1,87 raízes por estaca, corroborando com Miranda et al. (2003) ao notar que o ácido indolbutírico se mostrou eficiente na formação de raízes. Já para as estacas com diâmetro de 0,5 mm a 1,0 mm, não sofreram influência dos tratamentos com a imersão em AIB, tendo uma média de 0,9 raízes por estaca.



**Figura 4.** Número de raízes por estaca de umbugueleira em relação ao diâmetro da estaca (D1 = 0,5-1,0 cm e, D2 = 1,1-1,6 cm) e a imersão em ácido indolbutírico (A) e ao diâmetro da estaca (B), Areia-PB. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre diâmetros de estacas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na figura 5 pode-se observar que as estacas semilenhosas apresentaram uma percentagem de mortalidade menor que as estacas lenhosas, sendo que houve um aumento nessa taxa, à medida que foi aumentada a concentração de AIB, variando de 28,02 % a 56,04% de estacas mortas. Para as estacas lenhosas, a concentração de AIB não influenciou a taxa de mortalidade das estacas, tendo uma média de 57,3%, valor considerado elevado.

Segundo Nachtigal (1999) a morte de estacas após a formação das raízes pode ser causada por deixar as estacas submetidas à câmara de nebulização por um período maior do que o necessário ao enraizamento, causando a morte das raízes por excesso de umidade. Para Trevisan et al. (2000) a mortalidade das estacas também pode estar relacionada ao potencial genético de cada cultivar. Pode ser considerado, ainda, que, uma vez enraizadas, a ausência de nutrientes no substrato possa ter se constituído em um fator de mortalidade das estacas (OLIVEIRA et al., 2003).



**Figura 5.** Percentagem de estacas mortas de umbuqueleira em relação às concentrações de AIB e ao tipo de estaca, Areia-PB.

Na figura 6 observa-se que as concentrações de ácido indolbutírico não influenciaram significativamente as variáveis: comprimento das brotações, área foliar, número de calos por estacas e área radicular.

Observa-se que o comprimento das brotações (Figura 6A) apresentou média de 4,1 cm. Segundo Ohland et al. (2009) a ação secundária do AIB, em relação aos brotos das estacas, pode estar relacionada à melhoria expressiva na rizogênese, principalmente quanto ao aumento do número de raízes, o que pode ocasionar um aumento na taxa respiratória da estaca e desencadear a mobilização das reservas, favorecendo a emissão das brotações.

Em relação a área foliar das estacas de umbuqueleira não houve diferença estatística em nos tratamentos com diferentes concentrações de ácido indolbutírico, obtendo-se média de 16,8 mm<sup>2</sup> (Figura 6B).

A presença de folhas nas estacas é importante por influenciar no enraizamento, já que a auxina é produzida nas folhas novas e nas gemas, sendo carregada com açúcares e outras substâncias nutritivas para a parte inferior da planta e acumulando-se na base do corte (Hartmann et al., 2002). Em estudos, Paiva et al. (2015) observaram que a elevação na taxa de transpiração em mudas de romãzeira está relacionado ao aumento progressivo da área foliar, induzindo o aumento na assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, a captação e assimilação de dióxido de carbono promove perda de água para o ambiente em função da abertura dos estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2009).

De acordo com Hartmann et al. (2002), a presença de folhas nas estacas influencia no enraizamento, uma vez que a auxina é produzida nas folhas novas e nas gemas, sendo carregada com açúcares e outras substâncias nutritivas para a parte inferior da planta e acumulando-se na base do corte. É possível assumir que não só a presença de folhas é importante, mas também as superfícies das folhas restantes devem ser ideais para obter um melhor enraizamento, e isto está relacionado com o que parece ser o equilíbrio entre a fotossíntese e transpiração (FRAGOSO et al., 2015).

O número de calos representado na figura 6C não houve diferença estatística obtendo-se uma média de 32,8. No entanto, Neves et al. (2006) relataram que o uso do AIB não incrementou a indução de raízes ou a formação de calos em estacas de *Erythrina falcata Benth.* Souza & Lima (2005) avaliando estacas de cajazeira retiradas na fase final de repouso vegetativo e tratadas com AIB observaram que as raízes sempre surgiram de calos formados no corte realizado na base da estaca. Conforme Hartmann et al. (1990) a presença de calos pode ser um indício de rizogênese em estaca, pois, raízes adventícias podem surgir a partir dos calos.

Fragoso et al. (2015) ao avaliar o enraizamento em estacas de cereja juvenil japoneses onde são mantidas as folhas e aplicado ácido indolbutírico, puderam observar que as estacas não tratadas com AIB apresentaram uma maior formação de calos, com 53,75 %, seguidos pela concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, com 26,25%. Constatou-se também que os tratamentos com 2000 mg L<sup>-1</sup> e 4000 mg L<sup>-1</sup> apresentaram os menores percentuais de calos, abaixo de 10 %.

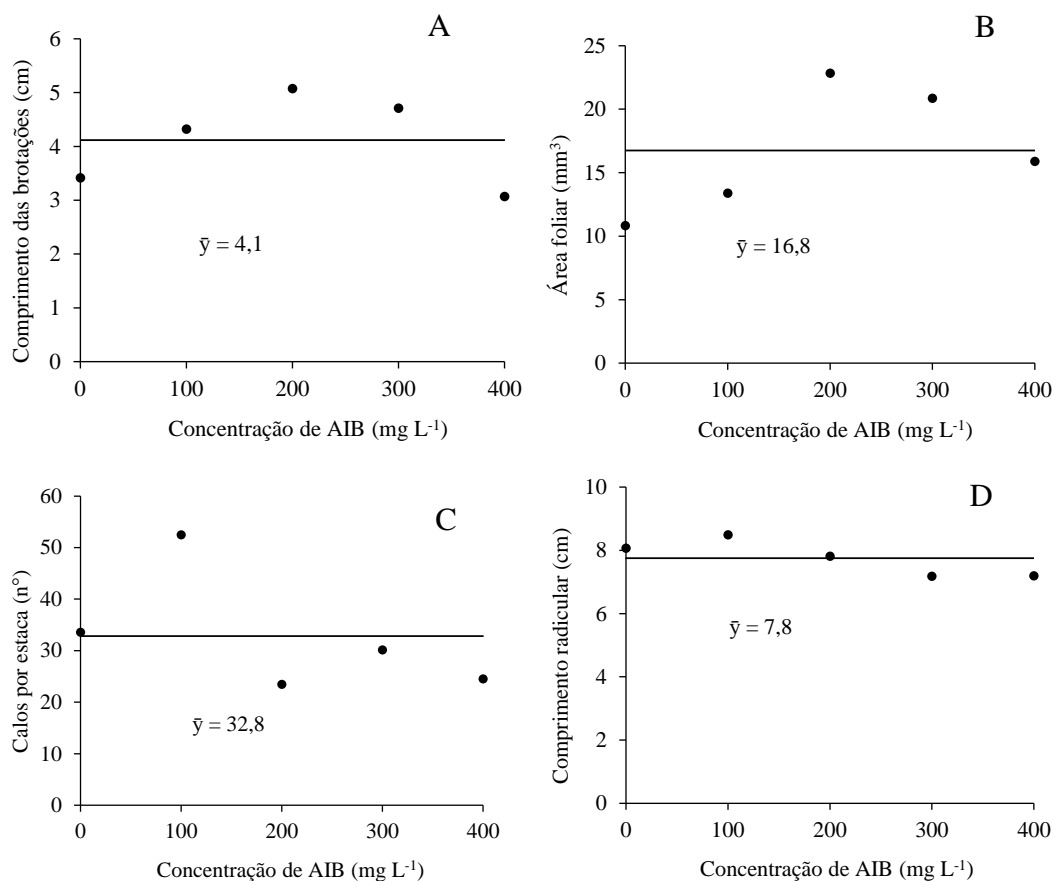
Na figura 6D o comprimento radicular das estacas de umbugueira, não apresentaram efeito significativo entre as diferentes concentrações de ácido indolbutírico na qual foram submetidas as estacas, apresentando uma média de 7,8 cm de comprimento. Essas condições ambientais estão estreitamente relacionadas com a época do ano, afetando fortemente o potencial de formação de raízes na base de uma estaca (FACHINELLO et al., 1995). De acordo com Nachtigal (1999) não existe na literatura uma referência ao número e comprimento adequado de raízes. No entanto, esses fatores estão relacionados à capacidade de sobrevivência e de desenvolvimento da planta após o período de formação das raízes.

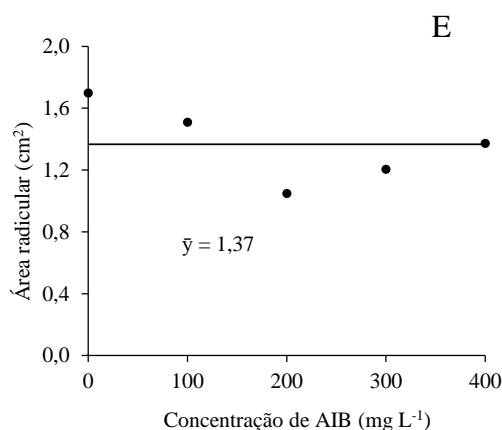
Oliveira et al. (2005) avaliando a qualidade do sistema radicular em estacas de pessegueiro tratadas com AIB observaram que o comprimento da maior raiz foi influenciado de forma positiva pela aplicação de AIB nas concentrações de 1.500 mg L<sup>-1</sup> e 3.000 mg L<sup>-1</sup>,

possivelmente pela antecipação na emissão das raízes, o que possibilitou um maior período de crescimento.

Resultados contrários foram obtidos por Sabião et al. (2011) ao observar que o comprimento de raízes diferiu significativamente com o aumento das doses de AIB, tendo como melhores resultados as doses de 3.000 mg L<sup>-1</sup> e 5.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, com 3,19 cm e 3,70 cm de comprimento respectivamente, mostrando que o aumento da concentração do regulador promove maior desenvolvimento do sistema radicular na espécie estudada.

Na figura 6E observa-se que a área radicular das estacas de umbugueleira submetidas ao tratamento com ácido indolbutírico, não apresentaram diferença estatística entre as diferentes concentrações de AIB testadas, tendo apresentado uma média de 1,37 cm<sup>2</sup> de área radicular por estaca.

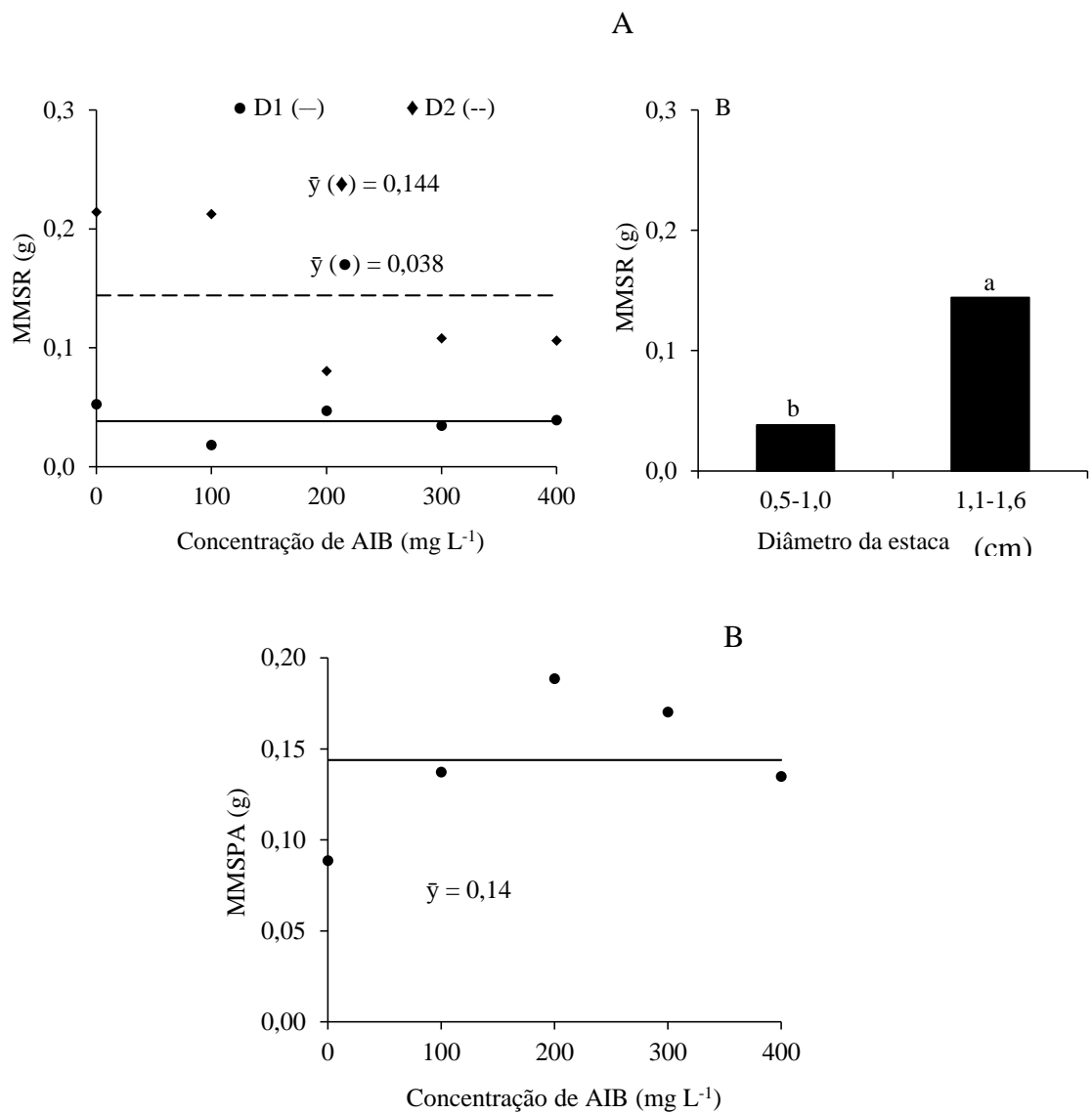




**Figura 6.** Comprimento das brotações de estacas (A); Área Foliar (B); Número de calo por estaca (C); Comprimento radicular de estaca (D); Área radicular (E) de umbugueleira em relação aos tipos e diâmetros de estacas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

As Massas da matéria seca da parte aérea e da raiz não diferiram entre as diferentes concentrações de AIB, tendo a matéria seca obtido média de 0,14 g. De acordo com Carvalho et al. (2014) observaram que os maiores valores de peso da matéria seca da parte aérea foram observados no substrato vermiculita associado com 2.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, sendo o uso do regulador fundamental ao substrato, pois o aumento em relação a não aplicação da dose foi de 127 % de ganho em massa seca de brotação.

Villa et al. (2003) estudando a propagação de amoreira-preta através de estacas lenhosas, observou que a maior quantidade no peso da matéria seca das brotações (47,42 mg) foi obtida com estacas do cultivar ‘brazos’ não tratadas com AIB. No entanto, quando as estacas foram tratadas com o fitoregulador, houve uma redução, que segundo o autor, foi devido provavelmente a um efeito fitotóxico do AIB nas estacas. Em contrapartida, com a cultivar ‘guarani’, observou-se incremento nessa variável quando as estacas foram tratadas com AIB, atingindo 33,9 g com a concentração de 1.405 mg L<sup>-1</sup> de AIB.



**Figura 7.** Massa seca radicular (MSR) (A) e Massa seca da parte aérea (C) de umbugeleira em relação aos tipos de estacas e diâmetros das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

#### **4. CONCLUSÕES**

O diâmetro influencia diretamente a quantidade de estacas aptas ao plantio, à quantidade de estacas brotadas e de raízes por estaca, sendo o diâmetro de 1,1 a 1,6 cm o mais indicado.

As diferentes concentrações de AIB influenciam no percentual de estacas lenhosas brotadas e no número de raízes por estaca, sendo que o aumento na concentração do ácido indolbutírico causa uma redução linear tanto na percentagem de estacas com brotações como no número de raízes por estaca.

As variáveis comprimento das brotações, área foliar, número de calos por estaca, área radicular, massa seca da raiz e da parte aérea não foram influenciadas pela concentração de AIB, nem pelo diâmetro e nem pelo tipo de estaca de umbugueira. A percentagem de estacas mortas foi influenciada pelo tipo de estaca, sendo que nas estacas semilenhosas a percentagem de estacas mortas aumentou com acréscimo das doses de AIB.

#### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A propagação da umbugueira por estaquia necessita de estudos como estes, pois tornam-se imprescindíveis para a obtenção de informações que venham a favorecer o processo de domesticação dessas espécies. Devido à carência de trabalhos faz-se necessário que outras pesquisas com concentrações de ácidos maiores assim como também tratamento da planta matriz sejam realizadas para se obter resultados sobre a melhor forma de propagação de alguns gêneros de *Spondias*, a exemplo da umbugueira.

## 6. REFERÊNCIAS

- BASTOS, D. C.; SCARPE FILHO, J. A.; FATINANSI, J. C.; PIO, R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso de AIB no enraizamento de estacas herbáceas de caramboleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 281–284, 2005.
- BARBOSA, J.G.; Lopes, L.C.; GROSSI, J.A.S.; MAPELI, A.M. 2007. Propagação vegetativa artificial. In: Barbosa, J.G.; Lopes, L.C. (ed.) *Propagação de plantas ornamentais*. UFV, Viçosa, Brasil. p. 109- 144.
- BRESINSKY, A. **Tratado de botânica de Strasburger**. 36. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 1166 p.
- CHAUHAN, K. S.; MAHESHWARI, L. D. Effects of certain plant growth regulators, seasons and types of cutting on root initiation and vegetative growth in stem cuttings of peach variety Sharbati. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 27, n. 3/4, p. 136–140, 1970.
- CARVALHO, A. R. DE J.; NUNES, V. X.; PEREIRA, M. C. T. Produção de mudas de videira “Itália” cultivadas em diferentes substratos e AIB em condições semiáridas. **Revista Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 62–74, 2014.
- DUTRA, L. F.; KERSTEN, E. Efeito do substrato e da época de coleta dos ramos no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 361-366, set./dez. 1996.
- DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 327–333, 2002.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) tratadas com ácido indolbutírico e Etephon. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 3, p. 59-64, 1997.
- DUTRA, T. R. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1994. 179 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: Universitária, 1995. 178 p.
- FERRIANI, A. P.; BORTOLINI, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Propagação vegetativa de estaquia de azaléia arbórea (*Rhododendron thomsonii* HOOK. f.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 35-42, 2006.
- FRAGOSO, R. D. O.; WITT, N. D. P.; OBRZUT, V. V.; VALÉRIO, S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; STUEPP, C. A. Maintenance of leaves and indolebutyric acid in rooting of

juvenile Japanese Flowering Cherry cuttings. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 1, p. 97–101, 2015.

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 770 p, 1997.

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. 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.

JARVIS, B. C. **Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings**. In: JACKSON, M. B. (Ed.). *New root formation in plants and cutting*. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p. 191-222.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

LIU, Z.H. et al. Effect of naphthaleneacetic acid on endogenous indole-3-acetic acid, peroxidase and auxin oxidase in hypocotyl cuttings of soybean during rootformation. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, v.37, p.247-253, 1996.

LOPES, M. C. S.; MELO, Y. L.; BEZERRA, L. L.; RIBEIRO, M. C. C.; BERTINO, A. M. P.; FERREIRA, N. M. Propagação vegetativa por estaquia em marmeleiro (*Croton sonderianus*) submetido a diferentes indutores de enraizamento. **Agropecuaria Científica no Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 111–116, 2014.

MARTINS, S. T.; MELO, B.; SPONDIAS (Cajá e outras). In: **Núcleo de estudos em fruticultura no cerrado**, 2006. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>. Acesso em: 10 maio. 2015.

MINDÊLLO NETO, U. R.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; HIRANO, E. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de dois porta-enxertos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 4, p. 433-437, 2004.

MIRANDA, C. S. de; CHALFUN, N. N. J.; DUTRA, L. F.; HOFFMANN, A.; COELHO, G. V. de A. Enraizamento de estacas lenhosas de porta-enxertos para pessegueiro. I. Umezeiro. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 229-232, 2003.

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.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATORIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

NORMANLY, J. et al. Rethinking auxin biosynthesis and metabolism. *Plant Physiology*, v.107, p.323-329, 1995.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; DALASTRA, I. M.; KOTZ, T. E. Enraizamento de estacas apicais lenhosas de figueira “Roxo de Valinhos” com aplicação de AIB e cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31, n. 1, p. 273-279, 2009.

OLIVEIRA, A. P. DE; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. DEOLIVEIRA. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 282–285, 2003.

OLIVEIRA, A. P. DE; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 346–348, 2005.

OLIVEIRA, D.B. et al. Propagação vegetativa por estaquia em cajazeira (*Spondias mombim* L.): efeitos de genótipos, substratos e concentrações de AIB. Disponível em: <[http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/propagacao/660.htm](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/propagacao/660.htm)>. Acessado em: 23 jun. 2004.

PAIVA, E. P., ROCHA, R. H. C., PRAXEDES, S. C., GUEDES, W. A., & DA SILVA SÁ, F. V. Crescimento e qualidade de mudas de romãzeira ‘wonderful’ propagadas por estaquia. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 64-75, 2015.

PASQUAL, M. et al. Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/Faepe, 2001.

RIOS, É. S.; DE CAMPOS PEREIRA, M.; DE SOUSA SANTOS, L.; DE SOUZA, T. C.; RIBEIRO, V. G. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**. v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.

SABIÃO, R. R.; SILVA, A. D. C. C. D.; MARTINS, A. B. G.; & CARDOSO, E. R. Enraizamento de estacas de *Passiflora nitida* submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 654-657, 2011.

SILVA, J. M. M.; RAPOSO, A.; SOUSA, J. A.; MIRANDA, E.M. Indução de enraizamento em estacas de João-brandinho (*Piper* sp.) com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p. 248-252, 2004.

SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.

SMARSI, R. C. *et al.* Concentrações de ácido indolbutírico e tipos de substrato na propagação vegetativa de lichia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 07-11, 2008.

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

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

VANDER MENDONÇA, S. E. D. A.; NETO, J. D. R.; RAFAEL, P.; GONTIJO, T. C. A. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro “sunrise solo”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 127–130, 2003.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; DUTRA, L. F. Propagation of Blackberry Using of Woody Cutting. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 4, p. 829–834, 2003.

WENDLING, I.; ARAÚJO, M. A. DE. Ácido indolbutírico em gel para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage x *Eucalyptus dunnii* Maiden 1 INDOLBUTYRIC ACID IN GEL FOR MINICUTTINGS ROOTING OF *Eucalyptus*. **Scientia agraria**, v. 9, n. 2, p. 153–158, 2008.

## Capítulo II

### ÉPOCAS DE COLETA E CONCENTRAÇÕES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE ESTACAS HERBACEAS EM UMBUGUELEIRA

**Resumo-** A umbugueleira (*Spondias sp.*) é nativa de regiões semiáridas e sua propagação possui limitações, tais como a dificuldade de enraizamento. O ácido indolbutírico vem sendo usualmente utilizado devido aos seus efeitos benéficos no aumento da porcentagem de enraizamento e na quantidade de raízes formadas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de umbugueleira com imersão em concentrações de AIB e duas épocas de coleta após a poda. O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia (PB). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial [(2 x 6) + 2], sendo duas épocas de coleta de estacas após a poda (30 dias após a poda, com diâmetro aproximado de 0,2 cm e 70 dias após a poda, com diâmetro aproximado de 0,5 cm), seis concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mg L<sup>-1</sup>), sendo o zero referente ao plantio direto e dois tratamentos adicionais (imersão em água por 15 segundos, aos 30 e 70 dias após a poda), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental. A aplicação do regulador de crescimento e da água destilada foram por imersão rápida (2 cm da parte basal das estacas), durante 15 segundos. As variáveis analisadas foram: estacas aptas para plantio, sendo consideradas aptas as estacas que apresentavam mais de uma raiz e com presença de radículas (%); estacas enraizadas (%); estacas enraizadas e com brotação (%); estacas com brotações (%); número de estacas com a presença de calos; número de estacas mortas; número de estacas vivas, mas sem calo; número de raízes emitidas por estacas; comprimento da raiz principal e brotação (cm); volume de raiz (ml); área da parte aérea (mm<sup>2</sup>) e do sistema radicular e massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular (g). A época de coleta de 30 dias após a poda para às variáveis porcentagem de estacas aptas e estacas enraizadas não apresentou efeito das concentrações e AIB, porém aos 70 dias com o aumento das concentrações ocorreu um efeito linear decrescente nessas duas variáveis; já o número de raízes por estaca foi maior nas estacas coletadas 30 dias após a poda. Para as variáveis: comprimento da brotação, calos por estaca, porcentagem de mortalidade e área radicular não houve ajuste, porém, o comprimento da brotação apresentou uma média de 6,0 cm aos 30 DAP e 8,6 cm aos 70 DAP, na porcentagem de calo e na porcentagem de estacas

mortas as com 30 dias após a poda apresentaram maiores valores, a área radicular foi maior nos 70 dias após a poda; já para as variáveis brotações por estaca, comprimento radicular e volume de raiz não houve ajuste para o modelo de regressão. Não houve diferença significativa para as variáveis volume radicular, brotações por estaca, comprimento radicular, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz.

**Palavras-chave:** Época de coleta, estaquia, AIB.

## TIMES COLLECTION AND CONCENTRATION IN AIB SPREAD OF STAKES IN HERBACEOUS UMBUGUELEIRA

**ABSTRACT-** The umbugueleira (*Spondias sp.*) Is native to semi-arid regions and its propagation has limitations, such as the difficulty of rooting. The IBA has been commonly used because of their beneficial effects in increasing the percentage of rooting and number of roots formed. This study aimed to evaluate the rooting of herbaceous cuttings of umbugueleira with immersion in IBA concentrations and both harvests after pruning. The experiment was conducted at nursery Fruticultura the Department of Plant and Environmental Sciences at the Federal University of Paraíba (UFPB), Sand (PB). The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement [(2 x 6) 2], two times collecting stakes after pruning (30 days after pruning, with an approximate diameter of 0.2 cm and 70 days after Pruning with a diameter of approximately 0.5 cm), six IBA concentrations (0, 1000, 1500, 2000, 2500 and 3000 mg L<sup>-1</sup>), where zero refers to the right planting and two additional treatment (immersion in water for 15 seconds, 30 and 70 days after pruning) with four replications of ten cuttings per plot. The application of the growth regulator and water were distilled by immersion (cm 2 in the basal part of the cuttings) for 15 seconds. The variables analyzed were able cuttings for planting, being considered suitable stakes that had more than one root and presence of fibrous root (%); rooted cuttings (%); rooted cuttings and budding (%); cuttings with shoots (%); number of stakes with the presence of calluses; number of dead cuttings; number of live cuttings, but no callus; number of roots per cuttings; length of main and budding root (cm); root volume (ml); Area shoot (mm<sup>2</sup>) and roots and fresh and dry weight of shoot and root (g). The collection time of 30 days after pruning for the variables percentage of fit cuttings and rooted cuttings showed no effect of concentrations and AIB, but at 70 days with increasing concentrations there was a decreasing linear effect on these two variables; already the number of roots per cutting was higher in cuttings collected 30 days after pruning. For the variables: length of budding, corns per cutting, percentage of mortality and root area there was no adjustment, however, the length of budding showed an average of 6.0 cm to 8.6 cm 30 DAP and 70 DAP, the percentage callus and the percentage of dead stakes 30 days after pruning had higher values, the root area was greater in the 70 days after pruning; already for the variables shoots per cutting, root length and root volume was not fit for the regression model. There was no significant difference for the variables root volume, shoots per cutting, root length, dry weight of shoot and root dry mass.

**Key words:** Collection time, cuttings , AIB.

## 1. INTRODUÇÃO

A umbugueleira (*Spondias sp.*) é uma *Spondia* pertencente a família Anacardiaceae, com origem provável de uma hibridação natural do umbu (*S. tuberosa* Arr. Câm.) com a ciriguela (*S. purpurea* L.) (SILVA, 1996). É nativa de regiões semiáridas e a sua ocorrência está restrita ao nordeste do Brasil, mais especificamente aos estados da Paraíba e do Ceará, nas cidades de Santa Isabel e Tururu (Santos 1996; Silva Jr. et al., 2004).

A propagação vegetativa de alguns gêneros dessa família possuem limitações, tais como a dificuldade de enraizamento. De acordo com Ferreira et al. (2009) a dificuldade de enraizamento pode está associado aos baixos níveis de auxinas endógenas, fator este que pode ser controlado com a utilização de aplicação de reguladores vegetais. Segundo Zietemann & Roberto (2007), no processo de enraizamento a aplicação de reguladores, como o ácido indolbutírico (AIB), que é uma auxina sintética utilizada por apresentar melhor eficiência devido a estável fotodegradação, imune a ação biológica e possuir boa capacidade de promover o enraizamento (DUTRA; KERSTEN; FACHINELLO, 2002), vindo sendo usualmente utilizada devido aos seus efeitos benéficos no aumento da porcentagem de enraizamento e na quantidade de raízes formadas. Para Zuffellato-Ribas & Rodrigues (2001), o uso de auxinas sintéticas é uma importante ferramenta na propagação vegetativa, pois além de proporcionar maior porcentagem de enraizamento, a obtenção de mudas com maior unifomidade.

A época de coleta do material vegetativo também é um fator a ser considerado, variando de acordo com o perfil de cada espécie. De acordo com Souza & Araujo (1999) a época da coleta dos propágulos, que deve ser realizadas no final da fase fenológica de repouso vegetativo da planta, ou seja, poucos dias antes da emissão das brotações, além disso, a estação do ano em que as brotações são coletadas também é um fator decisivo para o sucesso do enraizamento. Para algumas espécies, normalmente consideradas de fácil enraizamento, a época da coleta não influencia a formação de raízes. Entretanto, outras espécies somente apresentam porcentagens satisfatórias de enraizamento quando a coleta das brotações ocorre em períodos específicos (HARTMANN et al., 2002). Segundo Howard (1996) a estação do ano irá influenciar o enraizamento das estacas por afetar as condições fisiológicas, o estágio de crescimento, balanço hormonal e grau de lignificação da planta matriz, da qual serão coletadas as brotações para confecção das estacas. Estações do ano que apresentam temperaturas mais elevadas muitas vezes coincidem com o aumento da atividade das brotações, florescimento e maiores taxas de crescimento (KIBBLER et al., 2004).

De acordo com Hartman et al., (1997) o enraizamento e o brotamento das estacas coletadas da posição apical do ramo está associado ao menor grau de lignificação, células meristemáticas com metabolismo mais ativo e ausência ou menor quantidade de compostos fenólicos. Entretanto os baixos índices de pegamento podem ocorrer devido à maior predisposição destas estacas perderem umidade. Nicoloso et al. (1999) afirma que tais estacas possuem também limitada reserva de nutrientes orgânicos e inorgânicos em seus tecidos, sendo esta uma causa do baixo índice de sobrevivência.

Estudos como este se tornam necessários para a obtenção de informações sobre a metodologia que melhor se adéqua para propagação desta espécie.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de umbugueira, em relação às concentrações de AIB e épocas de coleta, após a poda da planta.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situada no município de Areia- PB, no período outubro a fevereiro de 2015. A microrregião do Brejo Paraibano apresenta coordenadas 6°58'12" S e 32°42'15" W. O clima da região é do tipo "As" segundo a classificação de Köppen, clima tropical quente úmido, com precipitação média anual de 1.400 mm. A altitude local é de 560 m (EMBRAPA, 2006).

As estacas de umbugueira foram retiradas no início da manhã de uma única planta matriz, com aproximadamente 12 anos de idade. Após a coleta as estacas foram adicionadas em um isopor contendo gelo e papéis umedecidos, visando reduzir o processo de desidratação. No viveiro as mesmas foram padronizadas com aproximadamente 10 cm de comprimento com um corte em bisel na base e reto no ápice, deixando-se por estaca um par de ½ folhas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial [(2 x 6) + 2], sendo duas épocas de coleta de estacas (30 dias após a poda, com diâmetro aproximado de 0,2 cm e 70 dias após a poda, com diâmetro aproximado de 0,5 cm), seis concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mg L<sup>-1</sup>), sendo o zero referente ao plantio direto e dois tratamentos adicionais (imersão em água por 12 horas, aos 30 e 70 dias após o plantio), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental.

A aplicação do regulador de crescimento e da água destilada foram por imersão rápida (2 cm da parte basal das estacas), durante 15 segundos. O ácido foi diluído utilizando-se 10 ml de álcool etílico e 240 ml de água destilada. Após a aplicação dos tratamentos as estacas foram plantadas em tubetes, contendo casca de arroz carbonizada + composto, na proporção 1:1 (v/v), com profundidade de plantio de aproximadamente 1/3 do comprimento da estaca, sob sistema de nebulização intermitente, programado com tempo de abertura de 10 segundos em intervalos de 10 minutos.

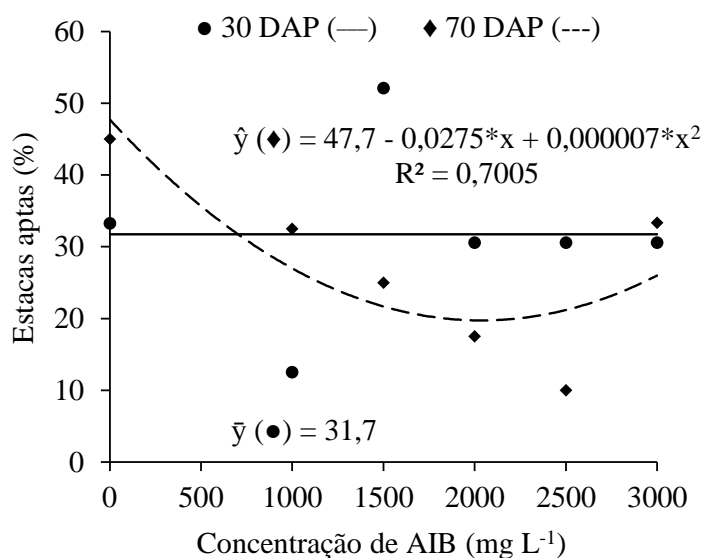
O experimento foi avaliado 90 dias após o plantio das estacas. As variáveis analisadas foram: estacas aptas ao plantio, sendo consideradas aptas as estacas que apresentavam mais de uma raiz e com presença de radicelas (%); estacas enraizadas (%); número de brotação por estaca (%); comprimento da raiz e brotação (cm); área foliar e radicular (mm<sup>2</sup>); (%); número de calos por estaca (%); massa seca da parte aérea e do sistema radicular (g); estacas enraizadas (%); número de estacas mortas (%) e volume de raiz (ml). As variáveis com resultados expressos em percentual foram calculadas por regras de três, e as dadas em número

foi obtido através da divisão da quantidade de estacas para obtenção da média. A área radicular e da parte aérea, obtida pelo programa computacional Sigma Scan de análise de imagens digitalizadas, as mesmas foram colocadas em scanner, onde uma medida de 1 cm foi estabelecida, o que serviu de referência para o programa. A fitomassa fresca e seca das raízes e das brotações, obtido pela pesagem em balança de precisão, antes e após, respectivamente, secagem em estufa, com temperatura de  $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , até peso constante, com posterior pesagem, sendo os resultados expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As concentrações de AIB foram submetidas à análise de regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão ( $R^2 > 0,70$ ) e o significado biológico, através do Sistema de Análises Estatísticas versão 9.0. Para comparar as médias dos tratamentos qualitativos utilizou-se o teste Tukey, a 10% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 verifica-se que as estacas coletadas aos 30 dias após a realização da poda, não diferiram quanto às doses de AIB, tendo uma média de 31,7% de estacas aptas ao plantio. Para as estacas coletadas aos 70 dias após a poda, o aumento da concentração de AIB resultou em decréscimo no percentual de estacas aptas ao plantio, onde o ponto de mínima foi observado na concentração de 1964,29 mg L<sup>-1</sup>, com um valor de 20,69% de estacas aptas.

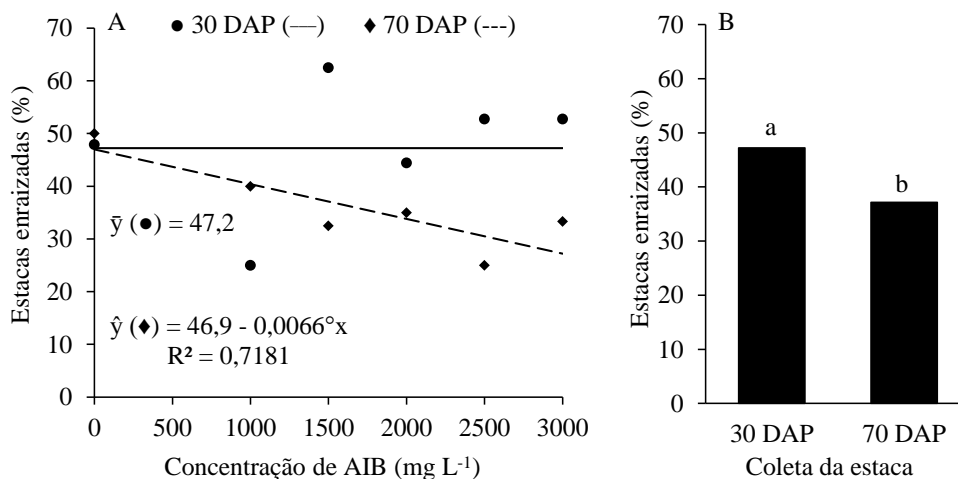


**Figura 1.** Percentagem de estacas de umbugueleira aptas a serem plantadas em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e doses de ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

O decréscimo dos percentuais de estacas aptas ao transplântio, evidenciado no presente ensaio, pode ter ocorrido devido ao efeito fitotóxico provocado pela alta concentração do AIB (TIMM et al., 2015). Ao trabalharem com estacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro tratadas com AIB, Mayer et al. (2015) observaram que a concentração de 6.000 mg L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico proporcionou 37,75% de estacas aptas ao transplântio, considerando satisfatória, o que pode ter sido favorecido pela época do ano em que a estaquia foi realizada .

Para a percentagem de estacas enraizadas (Figura 2) verifica-se que as estacas coletadas aos 30 dias após a poda não se ajustou a nenhum modelo de regressão, apresentando média de 47,2 % de estacas enraizadas, por se tratar de uma espécie de difícil enraizamento, estes resultados são considerados bons. Para as estacas coletadas 70 dias após a poda, verifica-se

que houve efeito linear decrescente, ou seja, quanto maior a concentração do AIB menor a porcentagem de enraizamento.



**Figura 2.** Percentagem de estacas enraizadas de umbuqueleira em relação à época de coletada, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e a imersão em ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

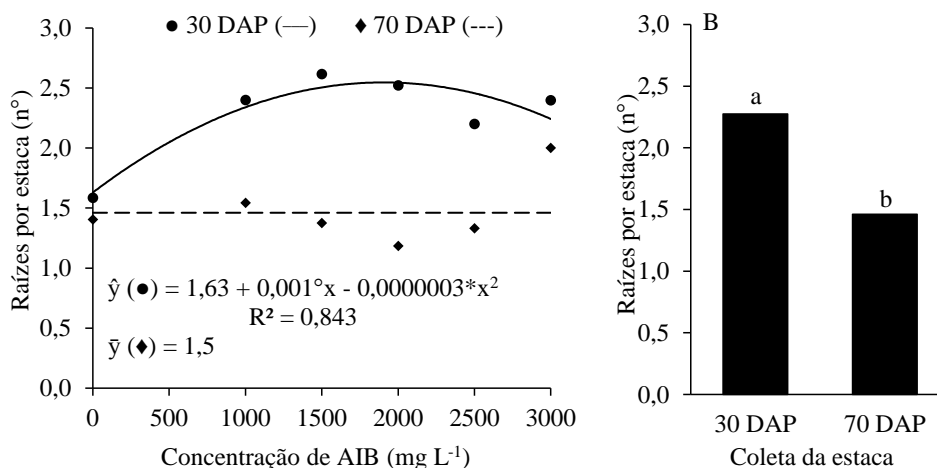
Gonzaga Neto et al. (1989), trabalhando com estacas de umbuzeiro também atribuíram a baixa percentagem de enraizamento ao fato de haver frutificação, modificando o teor de reserva nos ramos na ocasião da coleta das estacas. Souza & Lima (2005) avaliando o enraizamento de estacas de cajazeira retiradas na fase final de repouso vegetativo e tratadas com AIB (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg L<sup>-1</sup>) em diferentes períodos (15, 20, 30 dias) após estaquia, verificaram maior percentagem de enraizamento (52,58%) aos 30 dias após a estaquia, sem ter havido efeito do AIB. Os fatores que afetam o enraizamento são classificados como fatores exógenos ou endógenos, os endógenos são principalmente, as condições fisiológicas e a idade da planta matriz, o potencial genético de enraizamento, a sanidade, o balanço hormonal e a oxidação de compostos fenólicos, bem como os cofatores que em combinação com as auxinas permitiam a emissão de raízes (JANICK, 1996; WEAVER, 1982; HARTMANN et al., 2005); e os exógenos temperatura, a luminosidade, a umidade e o substrato (FACHINELLO et al., 2005).

Em trabalho desenvolvido por Beckmann-Cavalcante et al. (2014) houve incremento do percentual de estacas enraizadas com o aumento nas doses de AIB, até a concentração de 3.000 mg L<sup>-1</sup> com mais de 90 % de enraizamento, seguido de decréscimo, até a dose de 5.000 mg L<sup>-1</sup>, concluindo assim, que concentrações elevadas de ácido indolbutírico possivelmente

deixam de ser promotoras de desenvolvimento, passando a atuar como inibidoras. De Paula et al. (2007) trabalhando com estacas lenhosas e herbáceas de umbuzeiro verificaram um percentual de 33,3% de estacas herbáceas enraizadas, com a aplicação de AIB 500 mg L<sup>-1</sup>, imersas por 10 min. Já Fischer et al. (2008) trabalhando com estacas semilenhosas tratadas com o AIB, e coletadas em dezembro, obtiveram percentagem média de enraizamento de 88,1% para a cultivar Delite, independentemente da utilização do AIB.

Na Figura 3 observa-se que o número de raízes por estacas foi maior nas estacas coletadas aos 30 dias após a poda, apresentando ponto de máxima com 1666,67 mg L<sup>-1</sup> de AIB, com 2,5 raízes por estaca. A concentração de auxina exógena aplicada em estacas provoca efeito estimulador de raízes até certo ponto, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas pode ter efeito inibitório (FACHINELLO et al., 1994).

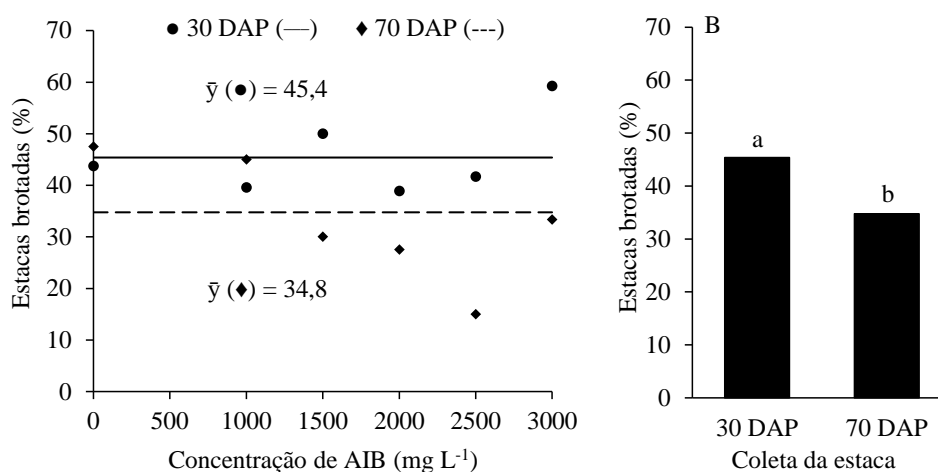
Para as estacas coletadas aos 70 dias após a poda não houve ajuste para o modelo de regressão apresentando valor médio de 1,5 por estacas. Bastos et al. (2004) ao estudar a influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira, observaram que a aplicação de AIB não apresentou efeito significativo para o número médio de raízes nas estacas, concluindo não ser necessário a utilização do regulador para a formação de raiz.



**Figura 3.** Número de raízes por estaca de umbugueleira em relação à época de coletada, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e a imersão em ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

Para a percentagem de estacas brotadas (figura 4) verifica-se que não houve ajuste do modelo de regressão testado, possuindo, em média 45,4% de estacas brotadas aos 30 DAP e 34,8% aos 70 dias. Ao contrário do obtido nesse trabalho Loss et al. (2008) ao estudar o

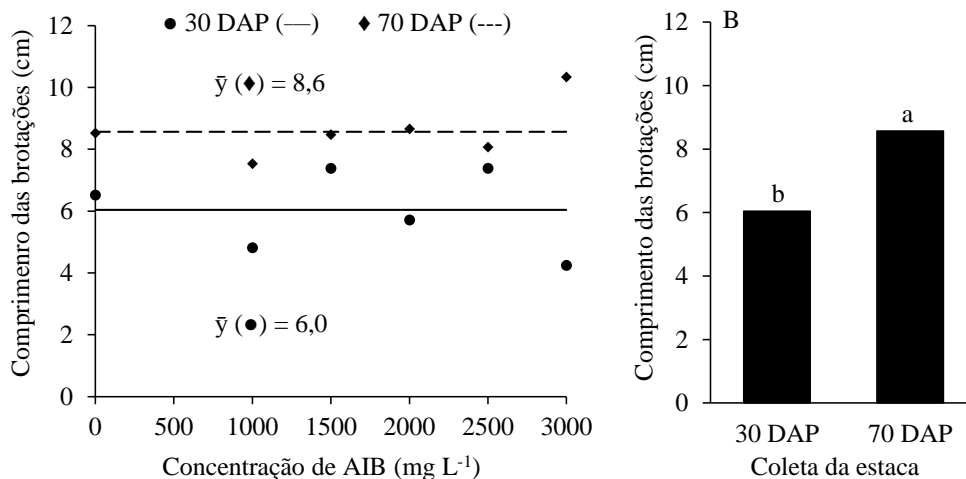
enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com ácido indolbutírico observaram que as estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas tratadas com 8.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB apresentaram diferenças os maiores percentuais de estacas brotadas respectivamente.



**Figura 4.** Percentagem de estacas brotadas de umbugeueira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

No comprimento das brotações (Figura 5) verifica-se que não houve ajuste do modelo de regressão para as épocas de coleta em relação às concentrações do AIB, entretanto as estacas coletadas aos 70 dias após a poda apresentaram valor médio de 8,6 cm e as coletadas aos 30 dias após a realização da poda, obtiveram 6,0 cm. Estes resultados indicaram que estacas coletadas com um maior intervalo de tempo depois da poda, conseguem maior desenvolvimento das brotações, provavelmente devido ao maior acúmulo de carboidratos.

Resultados diferentes foram encontrados por Tosta et al. (2012) ao avaliar o efeito do ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira, verificaram maior comprimento de estacas (5,6 cm) com maior concentração (3.045 mg L<sup>-1</sup>).

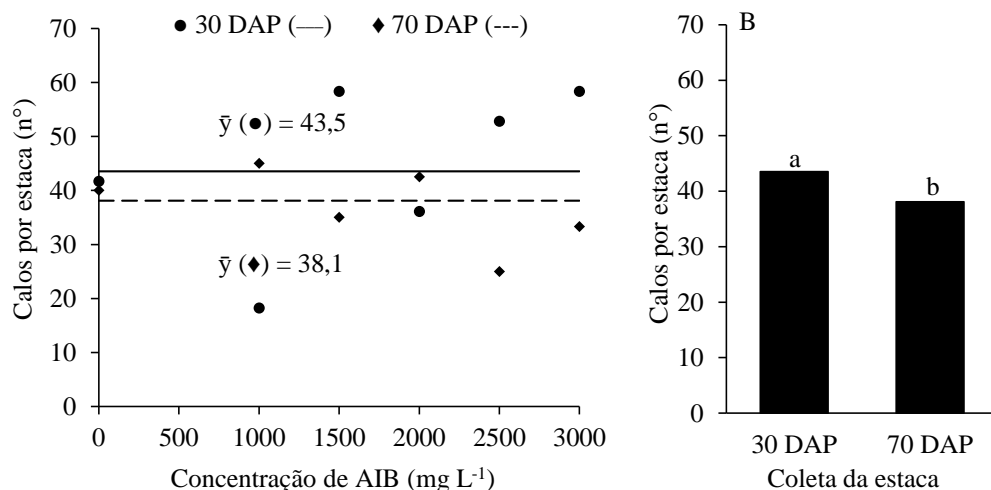


**Figura 5.** Comprimento das brotações de umbugueira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

As estacas coletadas 30 dias depois da poda apresentaram valores médios do número de calos por estaca, maiores que as coletadas aos 70 dias, 43,5 e 38,10 cm, respectivamente, entretanto não houve ajuste para o modelo de regressão (Figura 6).

Lima et al. (2002) estudando a propagação de siriguelira (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes, verificaram baixos percentuais de calo (8,7%) em estacas apicais, e maiores (34,2%) em estacas subapicais.

Salvador et al. (2014) estudando o enraizamento de estacas de pinheira tratadas com ácido indolbutírico, observaram que a formação de calos nas bases das estacas de pinheira não foi influenciada pelas diferentes concentrações de AIB. Para a variável percentagem de estacas calejadas Villa et al. (2003), não observaram efeito significativo das concentrações utilizadas de AIB para ambas as cultivares em estudo. Porém, maior percentagem de estacas com calo (31,25 %) foi obtida com a cultivar ‘Guarani’.



**Figura 6.** Número de calos por estaca de umbuqueira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

Pode-se observar que o número de brotações por estaca (Figura 7A) não foi influenciado pelas concentrações de AIB, com média de 1,1 brotação por estaca. Resultados diferentes foram encontrados por Gomes et al. (2005) que observaram aumento significativo quanto ao número de brotações, ao pesquisar a influência do AIB sobre em estacas de umbuqueira (*Spondias* spp.). Já para Rios et al. (2012) obteve o valor médio de 1 brotação por estaca, sendo o melhor resultado encontrado ao trabalhar com diferentes concentrações de ácido indolbutírico na propagação de umbuzeiro.

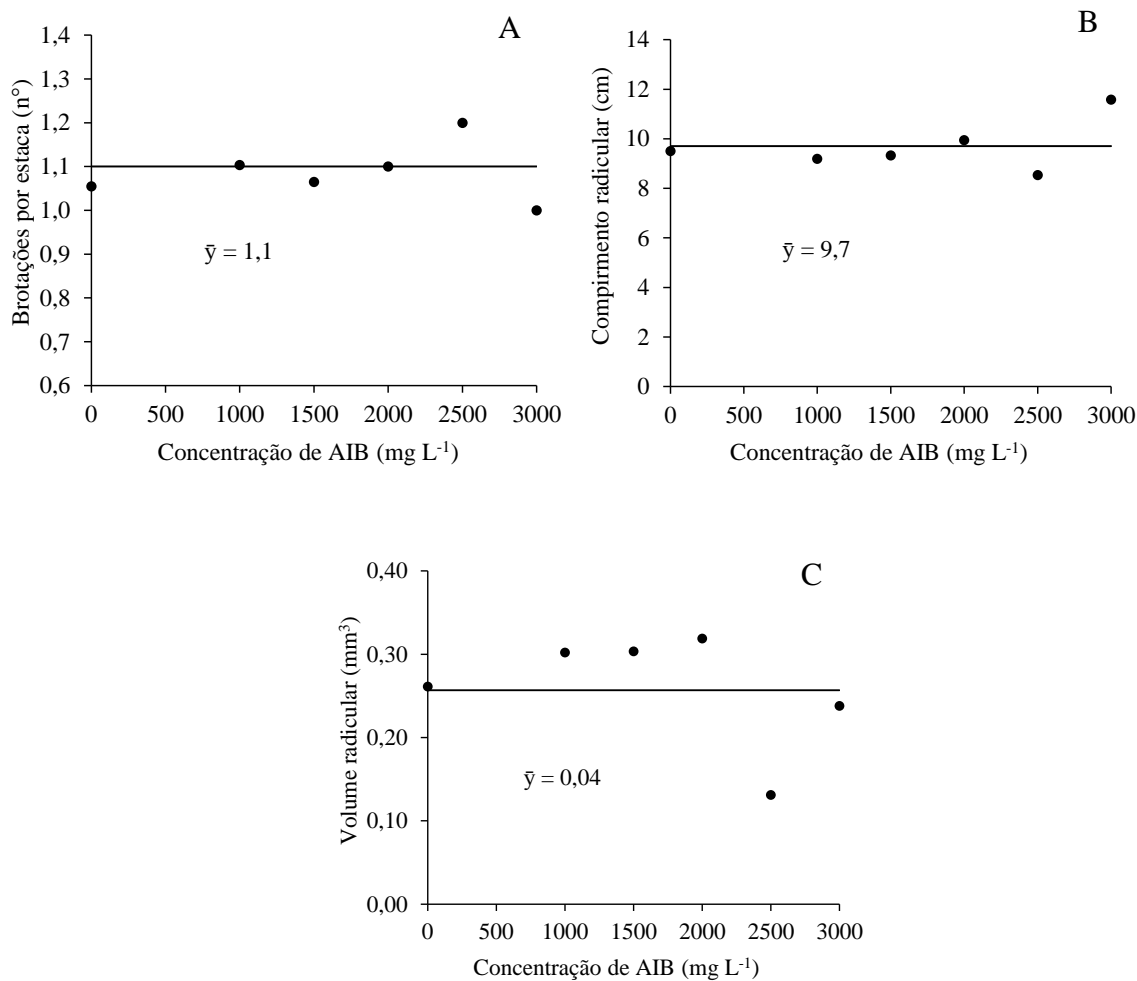
Beckmann-Cavalcante et al. (2014) avaliando a propagação de *Alternanthera dentata* pelo processo de estaquia e aplicação de AIB com apenas uma dose do regulador, observaram que o número de brotos por estaca foi influenciado positivamente na época chuvosa, o que proporcionou maior brotação, com mais de 2 brotos por estaca. Segundo Hartmann et al. (2002), a umidade é um dos fatores considerados mais importantes no processo de produção de mudas por estaquia, pois seu excesso ou escassez poderá ocasionar morte das estacas.

Na figura 7B é possível observar que as diferentes concentrações de AIB não influenciaram o comprimento radicular das estacas de umbuqueira, tendo uma média de 9,7 cm. Discordando assim de Neto et al. (2008), que diz não ser interessante que uma estaca apresente uma ou poucas raízes longas (a média neste trabalho foi de 2,5 raízes por estaca) mas várias raízes com bom crescimento, pois na prática possibilita obter melhor sobrevivência das mudas após o transplante.

Um dos possíveis motivos é que os fatores ambientais pelos quais a planta matriz é submetida influenciam diretamente a capacidade de enraizamento da mesma, devido a maior ou menor síntese de hormônios como as auxinas (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). Além do mais, as raízes mais longas podem ir mais fundo no solo, revelando uma melhor capacidade de explorar os recursos disponíveis, e proporcionando uma melhor fixação no solo (TAIZ & ZEIGER, 2009; HARTMANN et al, 2011). A quantidade dessas reservas também influencia o comprimento das raízes adventícias (AHMED; MOKHTAR, 2011).

Já Zem et al. (2015) ao trabalhar com estaquia caulinar de *Drimys brasiliensis* submetidas a diferentes concentrações de AIB observou que o comprimento médio radicular teve uma melhor resposta com a concentração de 6.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, com um valor médio de 1,15 cm. No entanto Villa et al. (2003), estudando a capacidade de enraizamento de estacas de videira, afirmam que com o aumento da concentração de auxinas, verifica-se um decréscimo no comprimento médio das raízes. Por outro lado, ao avaliar o enraizamento de estacas lenhosas da amora-preta Xavante, Maia; Botelho (2008) relataram que a aplicação de AIB não influenciou no comprimento médio de raízes e nem o número de raízes.

Para o volume radicular das estacas de umbugueira (Figura 7C) é possível observar que não houve variação com o aumento nas concentrações de AIB, tendo uma média de 0,27 mm<sup>3</sup>. Resultados superiores foram observados por Alexandre et al. (2014) avaliando o enraizamento de estacas do maracujazeiro com diferentes concentrações de AIB, onde os autores observaram que o volume apresentou comportamento linear crescente até a concentração de 1.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, na qual obteve-se um volume de 0,6817 cm<sup>3</sup>.

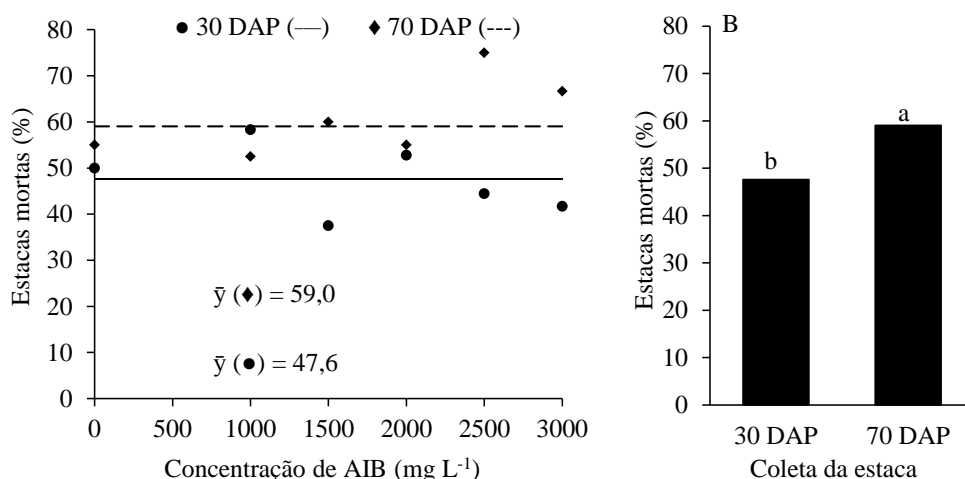


**Figura 7.** Número de brotações por estaca (A); comprimento radicular (B); volume de raiz (C) de umbugeleira em relação à imersão em ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

Na figura 8 observa-se que as estacas coletadas aos 30 dias após a realização da poda obtiveram uma menor taxa de mortalidade em comparação com as estacas que foram coletadas aos 70 dias depois da poda, sendo que a imersão em solução de AIB não apresentou efeito significativo, tendo uma média de 47,6 % e 59 %, respectivamente, mostrando que estacas coletadas aos 70 dias são mais desenvolvidas, apresentando menores perdas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2009) ao trabalhar com metodologias de aplicação de AIB em estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, onde obteve uma média de 70% de mortalidade. Pimenta (2005) trabalhando com estacas da mesma espécie, também constataram alta mortalidade, podendo estar relacionada à manutenção das estacas na casa-de-vegetação durante o período de enraizamento. Klerk et al. (1999) citam a perda de água por transpiração e a baixa qualidade radicular entre as principais

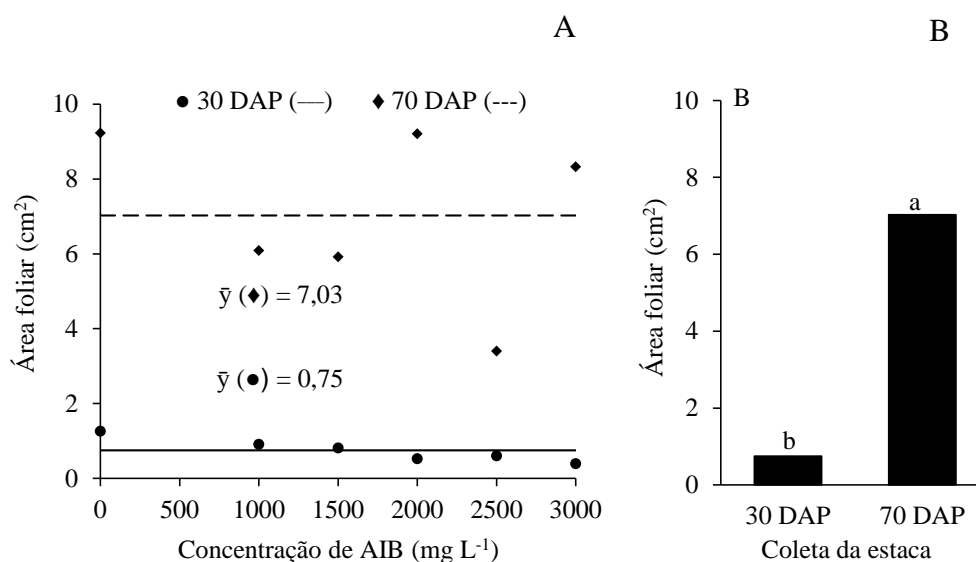
causas da morte em estacas herbáceas. Em trabalho desenvolvido por Biasi & Boszczowski, (2005) é possível observar que a mortalidade média foi de 36% para a cultivar Topsail e 39% para a cultivar Magnólia. Além disso, a imersão lenta das estacas em soluções com ANA e AIB, causaram 100% mortalidade nas estacas.



**Figura 8.** Percentagem de estacas mortas de umbugeleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

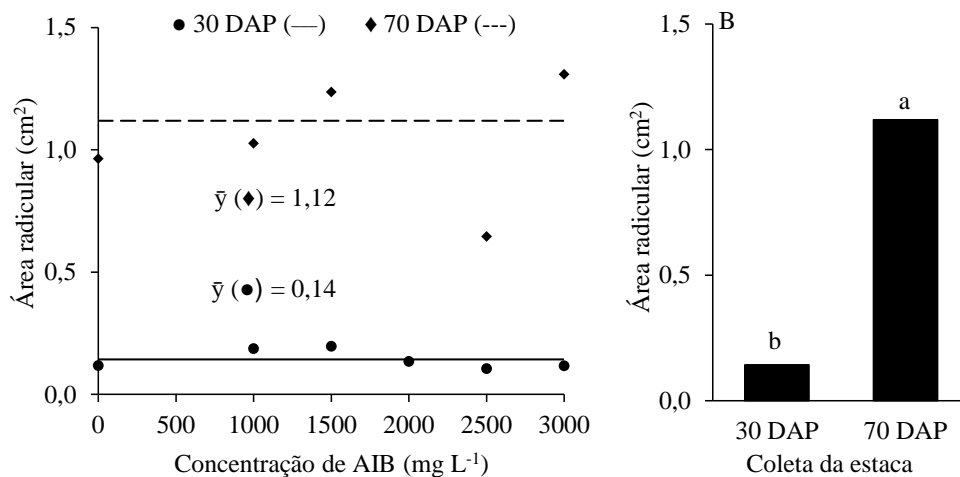
É possível observar para a área foliar de estacas de umbugeleira (Figura9A) coletadas aos 30 e 70 dias após a poda, que a imersão das estacas em solução de AIB não teve influência, obtendo-se uma média de 0,75 cm<sup>2</sup> e 7,03 cm<sup>2</sup> para as estacas coletadas aos 30 dias e 70 dias respectivamente. No entanto ao se comparar os dois períodos de coleta das estacas, as que foram retiradas aos 70 dias apresentaram um maior valor de área foliar (Figura9B), sendo esse de 7,03 cm<sup>2</sup>.

LONE et al., (2010) ao estudarem o efeito de estacas herbáceas de videiras, observaram que para o enraizamento em estacas para os cultivares Jales e Campinas a presença da folha nas estacas foi indispensável para a formação de raízes. Segundo Partelli et al. (2015) uma maior área foliar implica maior superfície de interceptação de luz, o que poderá resultar em taxas fotossintéticas mais elevadas. Esse fato mostra que a mensuração da área foliar é importante e pode auxiliar a avaliação do estado fisiológico de uma planta.



**Figura 9.** Área foliar de umbugueleira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

Na Figura 10 a área radicular das estacas de umbugueleira coletadas aos 70 dias após a poda apresentou um maior valor, com 1,12 cm<sup>2</sup>, já para as que foram retiradas aos 30 dias esse valor foi bem inferior, sendo de 0,14, uma diferença de 87,5 %, essa diferença encontrada pode ser devida as estacas coletadas aos 70 dias apresentaram uma maior quantidade de reserva, o que faz com que elas se desenvolvam melhor. No entanto podemos observar que as estacas não sofreram influência da solução de AIB. Segundo Klerk, Krieken e De Jong (1999) a qualidade radicular está entre as principais causas da morte em estacas herbáceas, por isso a importância da relação com a área radicular.



**Figura 10.** Área foliar de umbugeueira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

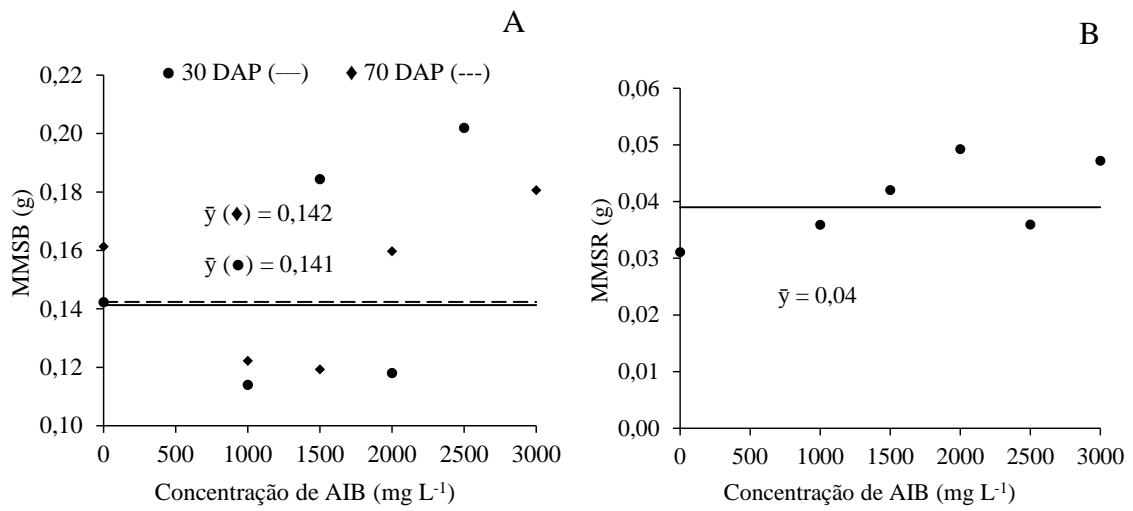
Os dados referentes à massa seca da parte aérea não se ajustaram, apresentando média de 0,14 g, independente da época e concentração utilizada (Figura 11A).

Em trabalho desenvolvido por Nogueira et al. (2007) constataram que o peso da matéria seca das brotações foram maiores (21,26 g) em estacas desprovidas de folhas, quando tratadas com AIB em relação às com folhas, atingindo um valor de 21,26 g com a concentração de 150 mg L<sup>-1</sup>, além do mais, as estacas providas de plantas sem frutos, também proporcionaram maior peso da matéria seca das brotações, com a aplicação de 150 mg L<sup>-1</sup> de AIB, diferindo estatisticamente somente da concentração de 300 mg L<sup>-1</sup>, com 21,38 g e 14,78 g respectivamente.

Na figura 11B é possível observar que não houve diferença significativa para a massa seca do sistema radicular, tendo a mesma apresentado uma média de 0,04 g, isso mostra que a disponibilidade de AIB exógena até a concentração de 3000 mg L<sup>-1</sup> não foi suficiente para maximizar o potencial de enraizamento.

Faria & Sacramento (2003) constaram que a matéria seca das raízes (MSR) tende a estar mais correlacionada com a qualidade final das mudas do que o número de raízes, ou seja, quanto maior a matéria seca das raízes, melhor a qualidade final da muda.

Dutra et al. (1997) avaliando a resposta do enraizamento em estacas de ameixeira tratadas com ácido indolbutírico constataram que o tratamento com AIB a 3000 mg L<sup>-1</sup>, no cultivar Frontier, com valor de massa seca da raiz de 1,05 g superou os demais tratamentos, mostrando a maior resposta desta cultivar à aplicação deste regulador. A cultivar Reubennel também mostrou resposta à aplicação de AIB de 0,34 g.



**Figura 11.** Massa seca das brotações (MMSB) (A); Massa seca radicular (MMSR) (B) de umbugueira em relação à época de coleta, 30 dias e 70 dias após a poda (DAP) das plantas, e as concentrações do ácido indolbutírico (AIB), Areia- PB.

#### **4. CONCLUSÕES**

A época de coleta de das estacas 30 dias após a poda para às variáveis percentagem de estacas aptas e estacas enraizadas não apresentou efeito nas concentrações de AIB, porém aos 70 dias com o aumento das concentrações ocorreu um efeito linear decrescente nessas duas variáveis; já o número de raízes por estaca foi maior nas estacas coletadas 30 dias após a poda.

Para as variáveis: comprimento da brotação, calos por estaca, percentagem de mortalidade e área radicular não houve ajuste, porém, o comprimento da brotação apresentou média de 6,0 cm aos 30 DAP e 8,6 cm aos 70 DAP, na porcentagem de calo e na percentagem de estacas mortas as com 30 dias após a poda apresentaram maiores valores, a área radicular foi maior nos 70 dias após a poda e para as variáveis brotações por estaca, comprimento radicular e volume de raiz não houve ajuste para o modelo de regressão.

Não houve diferença significativa para as variáveis volume radicular, brotações por estaca, comprimento radicular, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz.

#### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Estudos como estes se tornam imprescindíveis para a obtenção de informações sobre as condições e métodos mais apropriados para a propagação dessa espécie. Devido à carência de trabalhos faz-se necessário que outras pesquisas com concentrações de ácidos e tipo de estacas sejam desenvolvidas, especialmente por se tratar de uma espécie de difícil enraizamento. Estudos que avaliem as condições da planta matriz, outros intervalos de diâmetros como também a estação do ano irão auxiliar para se obter o método mais viável para se propagar essa espécie, pois estes são fatores que estão diretamente relacionados ao enraizamento das estacas por afetar as condições fisiológicas, o estágio de crescimento, balanço hormonal e grau de lignificação das estacas da planta matriz.

## 6. REFERÊNCIAS

- AHMED, M. K. A. E.; MOKHTAR, M. S. Why some grapevine cultivars are hard to root? **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 5, n. 2, p. 110- 116, 2011
- ALEXANDRE, R. S.; COSTA, P. R.; CHAGAS, K.; MAYRINCK, L. G.; DETONI, J. L.; SCHMILDT, E. R. Enraizamento adventício de estacas do maracujazeiro silvestre *Passiflora mucronata* Lam.: forma de veiculação e concentrações do ácido indol-3-butírico. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 567–571, ago. 2014.
- BASTOS, D. C.; MARTINS, A. B. G.; JUNIOR, E. J. S.; SARZI, I.; FATINANSI, J. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 284–286, 2004.
- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; AMARAL, G. C.; AVELINO, R. C.; DA SILVA BRITO, L. P.; CAVALCANTE, Í. H. L. Propagação de *Alternanthera dentata* pelo processo de estaquia em função de tipo de estaca, AIB e época do ano. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 2, p. 170–177, 2014.
- BETTONI, J. C.; GARDIN, J. P.; SCHUMACHER, R.; FELDBERG, N. P.; SOUZA, J. A.; FURLAN, C. O uso de AIB melhora a qualidade de raízes em estacas herbáceas de porta-enxertos de videira. **Evidência**, v. 14, n. 1, p. 47–56, 2014.
- BIASI, L.; BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. Magnolia e Topsail. *Current Agricultural Science and Technology*. v. 11, n. 4, 2012.
- BIASI, R.; MARINO, G.; COSTA, G. Propagation of hay ward (*Actinidia deliciosa*) from soft and semi-hardwood cuttings. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 282, p. 243-250, Jan. 1990.
- BROETTO, D.; BAUMANN JÚNIOR, D.; SATO, A. J.; BOTELHO, R. V. Desenvolvimento e ocorrência de pérola-da-terra em videiras rústicas e finas enxertadas sobre os porta-enxertos ‘VR043-43’ e ‘Paulsen 1103’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. esp., p. 404-410, 2011.
- DE KLERK, G. J.; KRIEKEN, W. V. D.; DE JONG, J. C. Review the formation of adventitious roots: New concepts, new possibilities. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, **Wageningen**, v. 35, n. 3, p. 189-199, 1999.
- DE PAULA, L. A.; BOLIANI, A. C.; DE SOUZA CORRÊA, L.; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 411-414, 2007.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE AMEIXEIRA (*Prunus salicina* Lindl) TRATADAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E ETHEPHON. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 3, n. 2, p. 59–64, 1997.

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: Universitária, 1995. 178 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1994. 179 p

FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. DO. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauzeiro (clones Cepec 42, TSH 516 e TSH 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 192–194, 2003.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 11, n. 2, p. 196–201, 2009.

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

GOMES, W. A.; ESTRELA, M. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. M.; SOUZA, A. P.; ALVES, R. E. Enraizamento de estacas de umbu-cajazeira (*Spondias* spp.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Boca Chica, v. 47, n. 1, p. 231- 233, 2005.

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

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

HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E.; FRED JR, T.D.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. New jersey: Prentice Hall, 1997. 770p.

HOWARD, B.H. Relations between shoot growth and rooting of cuttings in three contrasting species of ornamental shrub. **Journal of Horticulture Science**, Warwick, v.71, p.591-605, 1996.

KIBBLER, H.; JOHNSTON, M.E.; WILLIAMS, R.R. Adventitious root formation in cuttings of *Backhousia citriodora* F. Muell: 2- seasonal influences of temperature rainfall, flowering and auxins on the stock plant. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.102, p.343- 358, 2004.

LIMA, A. K. C.; REZENDE, L. P.; CAMARA, F. A. A.; NUNES, G. H. S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e siriguela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró- RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. ½, p. 33-38, 2002.

LONE, A. B.; LÓPEZ, E. L.; ROVARIS, S. R. S.; KLESENER, D. F.; HIGASHIBARA, L.; ATAÍDE, L. T.; ROBERTO, S. R. Efeito do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do

porta-enxerto de videira VR 43-43 em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 599–604, 2010.

LOPES, M. C. S.; MELO, Y. L.; BEZERRA, L. L.; RIBEIRO, M. C. C.; BERTINO, A. M. P.; FERREIRA, N. M. Propagação vegetativa por estaquia em marmeleiro (*Croton sonderianus*) submetido a diferentes indutores de enraizamento. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 10, n. 2, p. 111–116, 2014.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; DE ASSUNÇÃO, G. M.; HAIM, P. G.; DE LOUREIRO, D. C.; DE SOUZA, J. R. Enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com ácido indolbutírico (AIB). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 3, n. 4, p. 313–316, 2008.

MANFROI, V.; FRANCISCONE, A. H. D.; BARRADAS, C. I. N.; SEIBERT, E. Efeito do AIB sobre o enraizamento e desenvolvimento de estacas de Quiui (*Actinidia deliciosa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n.1, p. 43-45, jan. /mar. 1997.

MAUAD, M.; FELTRAN, J. C.; CORRÊA, J. C.; DAINESE, R. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 771–777, 2004.

MAYER, N. A.; PICOLOTTO, L.; BASTOS, P. V.; UENO, B.; ANTUNES, L. E. C. Estaquia herbácea de porta-enxertos de pessegueiro no final do verão. **Semina: Ciências Agrárias** v. 35, n. 4, p. 1761-1772, 2014.

NETO, U. R. M.; TELLES, C. A.; BIASI, L. A. Enraizamento adventício de estacas semilenhosas de cultivares de pessegueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 565- 568, out./dez. 2008.

NICOLOSO, F.T.; FORTUNATO, R.P.; FOGAÇA, M.A.F. Influência da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em dois substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p. 277-283, 1999.

NOGUEIRA, A. M.; CHALFUN, N. N. J.; DUTRA, L. F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*Ficus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o período vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 914–920, 2007.

NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R. D.; PEREIRA, G. E.; MOTA, J. H. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 533–541, 2001.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; DALASTRA, I. M.; KOTZ, T. E. Enraizamento de estacas apicais lenhosas de figueira “Roxo de Valinhos” com aplicação de AIB e cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31, n. 1, p. 273-279, 2009.

OLIVEIRA, A. P. DE; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 346–348, 2005.

PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D., DETMANN, E., & CAMPOSTRINI, E. Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. *Ceres*, v. 53, p. 204–210, 2015.

PEREIRA, A. B. **Enraizamento de estacas de *Coffea arábica* L.** Tese Doutorado. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p. 75, 2002.

PIMENTA, A. C. **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapiun glandulatum* (Vell.) Pa.** 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RIOS, É. S.; DE CAMPOS PEREIRA, M.; DE SOUSA SANTOS, L.; DE SOUZA, T. C.; RIBEIRO, V. G. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. *Revista Caatinga*. v. 25, n. 1, p. 52-57, 2011.

SALVADOR, T. D. L.; SALVADOR, T. D. L.; DE LEMOS, E. E. P.; BARROS, P. G.; CAMPOS, R. D. S. **Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona squamosa*) com ácido indolbutírico.** V Congresso Internacional & Encontro Brasileiro sobre Annonaceae: do gene à exportação, v. 36, n. Edição Especial, p. 310–314, 2014.

TIMM, C. R. F.; SCHUCH, M. W.; TOMAZ, Z. F. P.; MAYER, N. A. Enraizamento de miniestacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro sob efeito de ácido indolbutírico. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 135–140, 2015.

TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, C. V. F.; FREITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. D. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 1, p. 2727–2740, 2012.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; COELHO, J. H. C.; DUTRA, L. F. Enraizamento de estacas herbáceas do porta- enxerto de videira ‘Riparia de Traviú’ tratadas com auxinas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 6, p. 1426-1431, 2003.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; DUTRA, L. F. Propagation of Blackberry Using of Woody Cutting. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, p. 829–834, 2003.

ZEM, L. M.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RADOMSKI, M. I. Estaquia caulinar herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 2, p. 396–403, 2015.

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

## **ANEXOS**