

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Spondias*
SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLACÉTICO**

GABRIELA TEODORO ROCHA

MESTRADO

**Ipameri-GO
2018**

GABRIELA TEODORO ROCHA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESPÉCIES DO GÊNERO
Spondias SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO
INDOLACÉTICO**

Orientador: Dr. Prof. Fabricio Rodrigues

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri
2018

RG118p Rocha, Gabriela Teodoro
Propagação Vegetativa de espécies do gênero Spondias sob diferentes concentrações de ácido indolacético / Gabriela Teodoro Rocha; orientador Fabricio Rodrigues. -- Ipameri, 2018.
50 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Câmpus-Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2018.

1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Produção Vegetal. 4. Melhoramento Vegetal. I. Rodrigues, Fabricio, orient. II. Título.

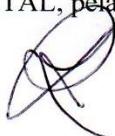
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Spondias* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLACÉTICO”

AUTORA: Gabriela Teodoro Rocha

ORIENTADOR: Fabricio Rodrigues

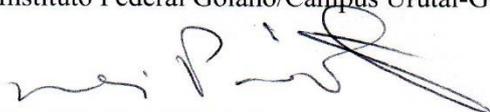
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:



Prof. Dr. FABRICIO RODRIGUES
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO



Prof. Dra. MUZA DO CARMO VIEIRA
Instituto Federal Goiano/Câmpus Urutaí-GO



Prof. Dr. NEI PEIXOTO
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Data da realização: 25 de janeiro de 2018

*“ Tudo posso naquele que me fortalece. Fortalecei-vos no Senhor e
na força do seu poder. ”*

A Deus e a nossa Senhora Aparecida pela proteção.

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo e apoio.

Aos meus amigos com muito carinho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, a Nossa Senhora Aparecida e a Nossa Senhora Desatadora dos Nós por me confortar, me proteger, rogar por mim e iluminar meus caminhos e decisões em cada momento de minha vida. Por me darem forças em períodos de desânimo ou fraqueza.

Aos meus pais que foram meu ponto de apoio e incentivo. Ao trabalharem arduamente para dar aos seus filhos tudo que necessitávamos. Por colocarem a evolução do estudo na frente de qualquer prioridade. Por me amarem incondicionalmente.

Agradeço principalmente a minha mãe por ser meu exemplo, meu porto seguro. Por sempre me apoiar e consolar nos momentos difíceis que se precederam durante a pós-graduação.

Agradeço aos meus irmãos e meus familiares pelo apoio e carinho. Aos meus avós Joana e Valdivino pelo orgulho que exalam de seus netos.

Aos meus amigos Andreia, Paulo Sérgio, Kassia e Thaís pelo ombro amigo, pelos conselhos, pelas risadas, pela paciência de escutar meus desabafos.

A Ayure por sempre me ajudar como colega de grupo de pesquisa e amiga. Obrigada pelo apoio.

Ao meu orientador Fabricio Rodrigues pelos conselhos, críticas e incentivo.

Aos professores e funcionários da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri meu sincero obrigado por tudo.

Ao Dr. Nei Peixoto e a Dra. Muza do Carmo por aceitarem o convite de fazerem parte da minha banca, e principalmente ao professor Nei por toda a ajuda durante o meu projeto de pesquisa.

Ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante a pós-graduação.

A todos que de algum modo me incentivaram, apoiaram e deram conselhos, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	II
GENERAL ABSTRACT.....	III
INTRODUÇÃO GERAL	8
CAPITULO 1. Propagação vegetativa com imersão em ácido indol acético em <i>Spondias tuberosa</i> e <i>Spondias dulcis</i>	10
RESUMO.....	10
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPITULO 2 – Propagação vegetativa de <i>Spondias purpurea</i> com imersão em ácido indol acético.....	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

RESUMO GERAL

Entre as 18 espécies que pertencem ao gênero *Spondias* da família Anacardiaceae, seis são árvores frutíferas tropicais em domesticação, os quais são exploradas pelo valor comercial dos seus frutos. As espécies deste gênero possuem um notável potencial agroeconômico e social para as comunidades locais. No entanto, para viabilização destas culturas, existe a necessidade de pesquisas para solucionar problemas tecnológicos e de propagação, os quais impossibilitam a exploração comercial. Dessa forma, a propagação vegetativa, por estaquia, se tornou um dos métodos mais importantes das espécies frutíferas, visto que conserva as características da planta matriz transmitindo o patrimônio genético e aumenta sua precocidade. Contudo, são necessários estudos para potencializar a capacidade de enraizamento e brotações, sendo a utilização de reguladores de crescimento, principalmente as auxinas, fundamentais para estes processos. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de ácido indol-3-acético (AIA), em três tempos de imersão, na propagação vegetativa de *Spondias dulcis*, *S. purpurea* e *S. tuberosa*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri. Nos três experimentos, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizados, com três repetições, em esquema fatorial, sendo utilizado seis concentrações 0, 2, 4, 6, 8 e 10 g L⁻¹ de AIA, diluídas em álcool etílico, com três diferentes intervalos de imersão, 8, 16 e 24 segundos, com dez estacas por parcela. O período de condução do experimento foi de 180 dias, sendo avaliado a porcentagem de sobrevivência das estacas, porcentagem de estacas enraizadas, número de brotações jovens foliares, número de raízes por estacas, comprimento geral das raízes e massa fresca total. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ajustados em equações de regressão. A propagação vegetativa na espécie *Spondias dulcis* não obteve resultados satisfatórios utilizando esta técnica. Porém, a propagação vegetativa por estaquia nas espécies *Spondias tuberosa* e *Spondias purpurea* foram satisfatórias, com enraizamento e brotações das estacas favorecida na concentração 10 g L⁻¹ de AIA, nos tempos de 16 e 24 segundos de imersão, respectivamente.

GENERAL ABSTRACT

Among the 18 species belonging to the genus *Spondias* of the family Anacardiaceae, six are tropical fruit trees in domestication, which are exploited by the commercial value of their fruits. The species of this genus have a remarkable agro-economic and social potential for local communities. However, to make these crops viable, there is a need for research to solve technological and propagation problems, which make commercial exploitation impossible. Thus, vegetative propagation by cutting has become one of the most important methods of fruit species, since it conserves the characteristics of the matrix plant transmitting the genetic patrimony and increases its precocity. However, studies are needed to potentiate rooting and sprouting capacity, and the use of growth regulators, mainly auxins, are fundamental for these processes. The objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations of indole-3-acetic acid on the vegetative propagation of *Spondias dulcis*, *S. purpurea* and *S. tuberosa* in three immersion times. The experiment was conducted in a greenhouse of the State University of Goiás, Ipameri Campus. In the three experiments, the experimental design was completely causalized, with three replicates, in a factorial scheme, using six concentrations 0, 2, 4, 6, 8 and 10 g L⁻¹ of indole-3-acetic diluted in ethyl alcohol with three different immersion intervals, 8, 16 and 24 seconds, with ten stakes per plot. The experimental period was 180 days, and the percentage of survival of the cuttings, percentage of rooted cuttings, number of cuttings, number of young shoots, general length of roots and fresh total mass. Data were submitted to analysis of variance and, later, adjusted in regression equations. The vegetative propagation in the species *Spondias dulcis* did not obtain satisfactory results using this technique. However, the vegetative propagation by cuttings in the species *Spondias tuberosa* and *Spondias purpurea* were satisfactory, with rooting and sprouting of the cuttings favored in the concentration 10 g L⁻¹ of indole-3-acetic, in the times of 16 and 24 of seconds immersion, respectively.

INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil a fruticultura é uma área de grande valor econômico em ascensão, sendo seus produtos destinados tanto a exportação quanto ao consumo interno (SILVA et al., 2014). O país é o terceiro maior produtor de frutas no ranking mundial, atrás apenas da China e Índia, com uma produção, no ano de 2013, de 43 milhões de toneladas de frutas produzidas (RETTZ et al., 2015).

No estado de Goiás, a fruticultura possui uma produção inferior à sua demanda interna, devido à falta de informações sobre estratégias, programas de incentivo e técnicas de cultivo que possibilitem uma cadeia produtiva mais eficiente (CASTRO et al., 2014). Segundo dados da Ceasa, em 2012, o estado produziu e ofertou em frutas cerca de 32,4%, enquanto outros estados ofertaram o dobro com 67,6%. No entanto, com a crescente demanda por frutas nativas e exóticas tropicais, fez com que muitas agroindústrias explorassem no território nacional novos frutos, de boa qualidade, aparência e sabores distintos e que atendessem o mercado consumidor cada vez mais exigente. Dessa forma, tem-se observado o interesse de fruticultores no cultivo de espécies tropicais como as do gênero *Spondias*, o que confirma o potencial agro-sócio-econômico dessas espécies (LIMA et al., 2002).

Spondias L. é um gênero de árvores frutíferas, pertencentes a família Anarcadeacea, que compreende cerca de 18 espécies nativas da América Tropical, Ásia e Madagascar, no Continente Africano (MITCHELL et al., 2015). Dentre as espécies que se destacam pelo interesse comercial deste gênero são o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Câmara), seriguela ou ciriguela (*S. purpurea* L.), cajá (*S. mombin* L.), umbu-cajá (*Spondias* sp.) e o cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) (SILVA, 2014). Em sua maioria essas espécies são decorrentes de florestas úmidas tropicais de planície abaixo de 1.000 m de altitude. A *S. purpurea* ocorre naturalmente em florestas semidecíduas, enquanto a *S. tuberosa*, cresce em florestas decíduas do semiárido, basicamente na caatinga arbórea do Nordeste brasileiro (BORCHERT, 1994).

Entretanto, a exploração comercial dessas espécies é realizada basicamente de forma extrativista ou de pomares domésticos, assim, não fazem parte das estatísticas oficiais, o que transformou a comercialização em larga escala de seus frutos inviável, uma vez que a extração é dependente das épocas de floração e frutificação deixando o mercado falho em determinados períodos de tempo (LACERDA et al., 2009).

No intuito de viabilizar a produção de mudas deste gênero, de forma mais hábil, com relação aos plantios comerciais, a propagação vegetativa vem sendo defendida por diversos autores, como técnica eficiente ao proporcionar mudas idênticas a planta matriz e com maior

precocidade na produção de mudas, sendo esses fatores de extrema importância nos programas de melhoramento vegetal (TOSTA et al., 2012).

A propagação vegetativa é considerada um excelente método na produção de mudas de qualidade, para espécies que possuem dificuldade de perpetuação por sementes em condições naturais ou que demandam de muito tempo para a produção (OLIVEIRA et al., 2013). As espécies de frutíferas ocorrem em sua maioria via seminal, todavia, a escala comercial por este processo é indesejável, pois acarretam mudas desuniformes, baixa porcentagem de germinação das sementes, baixa qualidade dos frutos, produção tardia e gastos onerosos de tempo e recursos financeiros tornando-se prejudicial aos programas de silvicultura e para produtores rurais (FRANZON et al., 2010; DIAS et al., 2015).

O método de propagação por estaquia é o mais indicado para essas espécies, pois permite maior número de mudas por ramo, reduzindo assim o tempo de produção dessas espécies (MENEGUZZI et al., 2015). Há também redução nos custos de plantio e maior conservação das características desejáveis das plantas alvo, sendo esses atributos importantes para os plantios clonais e futura comercialização dos frutos (VERNEIR et al., 2013; SILVA, 2014).

Porém, quando a planta possui baixa capacidade de enraizamento, devido a fatores endógenos e as condições ambientais, tais como temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e solo inadequados (FACHINELLO et al., 2005), o uso de reguladores vegetais tornam-se uma alternativa viável, como forma de aumentar o índice de formação de novas raízes, em espécies que possuem dificuldade de propagação (ALCANTARA et al., 2010).

Dos fitorreguladores estudados nos processos de iniciação radicular, o ácido indol acético (AIA), de ocorrência natural nas plantas (PIO et al. 2007). É produzido no meristema apical das folhas jovens das plantas e transportado por meio das células do parênquima para o sistema radicular, auxiliando assim a promoção e crescimento de raízes adventícias e o alongamento celular das plantas, esta auxina pode ser sintetizada ou inativado durante os processos de crescimento e diferenciação celular da planta (SALISBURY, 1991; CENTELLAS et al., 1999), sendo a principal auxina presente nestas.

Na literatura os trabalhos relacionados ao sucesso utilizando da auxina endógena AIA, como regulador de crescimento ou indutor de raízes adventícias em espécies frutíferas são escassos, diante disto há a necessidade de se realizar maiores estudos sobre a importância da auxina na formação de estacas deste gênero. Além do qual, existe a possibilidade de uso comercial, os quais a exploração das espécies do gênero *Spondias* poderão originar empregos, em cultivos de pomares de exploração comerciais e nas agroindústrias de processamento (PAULA et al., 2007).

CAPITULO 1. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA COM IMERSÃO EM ÁCIDO INDOL ACÉTICO EM *Spondias tuberosa* E *Spondias dulcis*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações do ácido indol acético (AIA), em três tempos de imersão, na propagação vegetativa de *Spondias dulcis* e *Spondias tuberosa*, por meio de estaquia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizados, com três repetições, em esquema fatorial (3 x 6), três diferentes intervalos (8, 16 e 24 segundos), em seis concentrações (0, 2, 4, 6, 8 e 10 g L⁻¹) do ácido indol-3-acético, com dez estacas por parcela, na espécie cajá-manga (*S. dulcis*) e, também, para umbu (*S. tuberosa*). O período de condução do experimento foi de 180 dias e foram avaliadas as características de porcentagem de sobrevivência das estacas, porcentagem de estacas enraizadas, número de brotações jovens foliares, número de raízes por estacas, comprimento geral das raízes e massa fresca total. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e, posteriormente, ajustados em equações de regressão. Conclui-se que a propagação vegetativa na espécie *Spondias dulcis* não obteve resultados satisfatórios utilizando a técnica proposta no trabalho. Porém, a propagação vegetativa por estaquia na espécie *Spondias tuberosa* foi satisfatória, com bom enraizamento e brotações nas estacas, na concentração 10 g L⁻¹ de AIA, com 16 segundos de imersão.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations of indole acetic acid in three immersion times on the vegetative propagation of *Spondias dulcis* and *Spondias tuberosa* by cuttings. The experiment was conducted in a greenhouse of the State University of Goiás, Câmpus Ipameri. The experimental design was completely causalized, with three replicates, in a factorial scheme (3 x 6), three different intervals (8, 16 and 24 seconds) in six concentrations (0, 2, 4, 6, 8 and 10 g L⁻¹) of indole-3-acetic acid, with ten stakes per plot, in the cajá-mango (*S. dulcis*) species and for umbu (*S. tuberosa*). The experimental period was 180 days and the characteristics of percentage of survival of the cuttings, percentage of rooted cuttings, number of roots by cuttings, general root length, number of young shoots, and total fresh mass. Data were submitted to analysis of variance, later, adjusted in regression equations. The vegetative propagation in the species *Spondias dulcis* did not obtain satisfactory results using the technique proposed in the work. However, it was concluded that the vegetative propagation by cuttings in the species *Spondias tuberosa* was satisfactory, with good rooting and sprouting at the cuttings, at the concentration 10 g L⁻¹ of AIA, with 16 seconds of immersion.

INTRODUÇÃO

A família Anacardiaceae compreende cerca de 70 gêneros e 875 espécies representadas em áreas temperadas, tropicais e subtropicais, distribuídas mundialmente (ALBUQUERQUE et al., 2015). Diversas espécies dessa família possuem importância econômica por produzirem frutos comestíveis, de aparência e sabores distintos, que agradam o mercado consumidor (ROCHA et al., 2015).

O gênero *Spondias* pertencente a esta família, especificamente a subfamília Spondioideae (MITCHELL et al., 2015), compreende cerca de 18 espécies, distribuídas mundialmente, os quais sete são encontradas nas Américas (SILVA et al., 2014), além de aproximadamente 10 espécies na Ásia (SANTOS et al., 2008).

No Brasil, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) é uma frutífera tropical, xerófita e endêmica dos chapadões semiáridos do Nordeste brasileiro (LIMA et al., 2015). O umbu se destaca pela importância sociocultural e socioeconômica dada às populações locais e regionais que dependem desta espécie para seu sustento (CRUZ et al., 2016).

É uma árvore hermafrodita, que atinge cerca de 2 a 10 m de altura e de 11 a 41 cm de diâmetro a altura do peito (DAP), possui estrutura densa, baixa, tortuosa, com copa larga e raízes tuberosas (MITCHELL et al., 2015). Possui boa adaptabilidade em regiões com longos períodos de seca, com mecanismo de defesa contra a deficiência hídrica, por meio de suas raízes modificadas em xilopódios, com o objetivo de armazenarem água, minerais e açúcares para a sobrevivência da planta durante estes períodos (LINS-NETO et al., 2012; ANTUNES et al., 2016). Com isto, esta espécie é considerada de grande importância econômica, social e ecológica para a região nordestina e se destaca tanto pela possibilidade de ser cultivada em larga escala em sistemas agroflorestais, quanto em reflorestamentos ou para alimentação humana (SANTOS et al., 2008; ANDRADE et al., 2013).

Outra espécie de apreço comercial no cenário brasileiro pertencente a este gênero é *Spondias dulcis* Parkinson, popularmente conhecida como cajá-manga, que se destaca no panorama comercial por ser de fácil cultivo e de grande apreciação popular, sendo uma fruta de sabores e aromas agradáveis. O fruto é consumido *in natura* ou pode ser usado para elaborar sucos, sorvetes, geleias ou compotas (LORENZI et al., 2006). É uma árvore hermafrodita, com altura entre 8 a 25 m e DAP de 20 a 40 cm, amplamente cultivada em regiões úmidas dos Neotrópicos (MITCHELL et al., 2015), seus frutos apresentam forma elipsoidal, com uma polpa suculenta e ligeiramente ácida quando madura, suas sementes são de estrutura fibrosa e

rígida possuindo um aspecto de espinho em seu contorno (ROSSO et al., 2008; VANZELA et al., 2011).

Entretanto, a carência de informações técnicas e, a falta de viabilidade nas sementes são entraves ao cultivo comercial de espécies frutíferas nativas, principalmente as pertencentes a este gênero, que ocorrem em sua maioria por propagação via seminal, o que demanda de tempo para a produção e colheita de frutos em larga escala.

A propagação do umbu ocorre por forma assexuada ou por sementes, contudo, este último método é caracterizado por um ciclo de desenvolvimento extremamente lento registrando produção dos frutos após dez anos, o que torna o cultivo de pomares comerciais inviável por meio da propagação seminífera (REIS et al., 2010). O cajá-manga é propagado por sementes, porém, sua dispersão é também lenta e desuniforme, sendo estas características desvantajosas para plantios de exploração comercial (SOUZA et al., 2008).

Para auxiliar os processos de propagação, principalmente em frutíferas, as auxinas por exemplo são os reguladores de crescimento mais usados para estimular o processo de formação de raízes adventícias, formação de calos e emissão de novos brotos em estacas caulinares, porém os resultados podem variar de acordo com a espécie, fatores abióticos, época de frutificação ou floração da espécie, tipo de estaca, modo de aplicação do hormônio e, até o substrato utilizado (OINAM et al., 2011).

Diante disto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do ácido indol acético, em três tempos de imersão, com diferentes concentrações, na propagação vegetativa de *Spondias dulcis* e *S. tuberosa* por meio de estaquia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, estrutura metálica com altura de 3,5 m, comprimento de 30 m e largura 7 m, a estufa foi coberta por filme de polietileno difusor de luz, com espessura de 150 micra e sombrite com 50% de passagem de luz na Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri. Os propágulos vegetativos da espécie *Spondias tuberosa* foram coletados de matrizes adultas oriundas da propriedade Estância Akenaton, localizada a 18 km de distância da sede do município de Ipameri. As coordenadas são: 17°:39':10,92" Latitude Sul; 48°: 1':52,31" Longitude Oeste, altitude de 815 metros. O material vegetal da espécie *Spondias dulcis* foi coletado de uma matriz adulta, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, no mês de maio de 2016.

Para as estacas lenhosas foi adotado o comprimento de 20 cm, com no mínimo duas gemas laterais, com corte reto na parte superior e, em bisel, na extremidade basal com tesoura de poda e desfolha manual.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizado, em esquema fatorial 6x3 (seis concentrações em três tempos de imersão), sendo utilizado três repetições, com dez estacas por parcela, avaliados na espécie cajá-manga (*S. dulcis*) e umbu (*S. tuberosa*).

As concentrações foram 0, 2, 4, 6, 8, e 10 g L⁻¹ do ácido indol-3-acético (AIA), diluído em álcool etílico e água destilada na proporção de 1:1, conforme Souza et al. (2010). Posteriormente, as estacas permaneceram imersas por 8, 16 e 24 segundos, nas diferentes concentrações de AIA. Logo após, as estacas foram alocadas em vasos de polipropileno de 12 litros preenchidos com Latossolo Vermelho Distrófico, classificado segundo Embrapa (2013), com pH corrigido com calcário dolomítico, com PRNT de 70%, previamente, 28 dias antes da instalação, com irrigação frequente. Posteriormente, adubados com seis gramas do formulado 8-28-16 NPK, de acordo com características químicas do solo: Areia 320 g kg⁻¹; Limo 90 g kg⁻¹; Areia 590 g kg⁻¹; pH 4,9; Matéria orgânica 24,1 g dm⁻³; P 5; mg dm⁻³; H+Al 30,3 mmol_c dm⁻³; k 4,1 mmol_c dm⁻³; Ca 18,2 mmol_c dm⁻³; Mg 7,5 mmol_c dm⁻³; SB 27,8 mmol_c dm⁻³; CTC 57,6 mmol_c dm⁻³; V (%) 47,7.

Para evitar o ressecamento do solo, contidos nos vasos e, para manter as estacas propagadas em maior umidade, foram montadas para cada vaso estruturas de umidificação, confeccionadas com bambu e barbante, cobertas por sacos plásticos de polietileno difusor de luz transparente (40 micras), com a altura de um metro e com forma cilíndrica.

O período de condução do experimento foi de 180 dias, dividido em duas etapas, em que as estacas foram acondicionadas na estrutura de proteção por 90 dias e, posteriormente, na

segunda etapa as estacas permaneceram nos vasos sem esta proteção por mais 90 dias. Foram realizadas irrigações a cada quatro dias para manter a umidade do solo, com 500 ml de água, no primeiro período, no segundo a cada dois dias.

As avaliações realizadas foram porcentagem de sobrevivência das estacas (PSOB), em que foram considerado a estacas sobreviventes, que apresentaram lenho vivo, brotações jovens ou enraizamento, contou-se, posteriormente, transformando em porcentagem; porcentagem de estacas enraizadas (PESR), ponderou-se como enraizada à estaca com indução de primórdios radiculares de no mínimo 1 mm, em milímetros, contou-se, posteriormente, transformando em porcentagem; número de raízes por estacas (NRE), número de raízes já formadas maiores que 1 mm, em unidades; comprimento geral das raízes (CGR), as raízes foram medidas com o auxílio de régua, dado em milímetros; número de brotações jovens foliares (NJB), em que contou-se o número de brotos totais por estacas, posteriormente, atribuída uma média por estaca, em unidade; massa fresca total (MFT), a massa total de raízes, folhas e brotos foram pesados em balança de precisão, expressos em miligramas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ajustados em equações de regressão, de acordo com a equação significativa, para as diferentes concentrações de AIA, em função dos tempos de imersões nas duas espécies *Spondias dulcis e tuberosa*, utilizando o programa SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram obtidos resultados satisfatórios referentes a propagação da espécie cajá-manga (*Spondias dulcis*), pois, o método utilizado nas estacas, não beneficiou a brotação e o enraizamento, o qual ocorreu apodrecimento dos propágulos vegetativos e, em alguns casos, má formação de raízes e folhas.

Souza et al. (2010) descreveram que para o maior sucesso na propagação assexuada da espécie cajá-manga deve-se retirar os ramos, após o repouso vegetativo da espécie, ou seja, desfolhada e com gemas intumescidas. Souza et al. (1999) reafirmam que o insucesso da propagação vegetativa por estaquia dessa espécie é decorrente da época de coleta dos propágulos, que deve ser realizada no final da fase fenológica da espécie, ou seja, poucos dias antes da emissão de novos brotos, dos ramos, das folhas e das flores da espécie. Apesar disso, foram realizados tais procedimentos na espécie, durante sua fase de repouso vegetativo, porém sem aquisição de resultados positivos, constatando assim a necessidade de maiores estudos de propagação vegetativa recorrente ao cajá-manga.

De acordo com Fachinello et al. (2005), o desenvolvimento de raízes nas estacas é influenciado não só pelas condições fisiológicas da planta, mas, também, pelo ambiente em que são propagadas. As estacas permaneceram sob estrutura de umidificação por 90 dias, neste caso, a umidade presente no substrato, a temperatura e o tempo de permanência poderiam ter influenciado negativamente o enraizamento das estacas e períodos inferiores poderiam dar melhores resultados. Além disso, fatores ambientais estão relacionados com a época do ano em que a estaca é extraída, o qual em épocas desfavoráveis, a consistência das estacas, potencial de formação de raízes e, conseqüentemente, a sobrevivência, são afetadas. Assim, devem ser realizados mais testes com relação a época de extração das estacas também, com o intuito de identificar uma alternativa mais viável para espécie, se possível, para escala comercial.

Souza et al. (2010) explicam que a umidade do substrato, também é fator condicionante na propagação adequada das estacas, níveis baixos de umidade do substrato podem reduzir a infecção por patógenos e, dessa forma, o apodrecimento das estacas. O solo utilizado foi o vermelho distrófico, que apesar de ter uma grande proporção de areia, manteve a umidade mais elevada. Segundo Nachtigal (1999), a morte dos propágulos vegetativos durante o processo de enraizamento pode estar relacionada à ocorrência de patógenos causadores de podridões e à ausência de formação de novas raízes, que faz com que incida o esgotamento das reservas de nutrientes das estacas, acarretando assim a perda do material vegetativo.

Para a espécie *Spondias tuberosa*, os resultados foram satisfatórios, havendo efeito significativo para todas as fontes de variação estudadas e variáveis estudadas (Tabela 1). Corroborando com estes resultados Paula et al. (2007) constataram efeito significativo sobre a porcentagem de sobrevivência e enraizamento de estacas de umbuzeiro sob concentrações de AIB de 0 a 2 g L⁻¹. No entanto, Almeida et al. (2017) ao avaliarem 15 variáveis diferentes em estacas de cajaraneira (*Spondias* sp.), em submissões de 0 a 2,4 g L⁻¹ de AIB, verificaram que apenas a característica número de brotos foi significativa com a aplicação do hormônio.

Tabela 1. Quadrado médio das variáveis de porcentagem de sobrevivência das estacas (PSOB), porcentagem de estacas enraizadas (PESR), número de brotações jovens (NBJ), número de raízes por estacas (NRE), comprimento geral de raízes (CRG), e massa fresca total (MFT), submetidos a diferentes tempos de imersão e doses de ácido indol-acético, em umbu (*Spondias tuberosa*). Ipameri, GO. 2017.

FV	GL	PSOB	PESR	NBJ	NRE	CGR	MFT
Tempo	2	61,76**	485,71**	5,74**	1,34**	139,05**	889,99**
Concentração	5	105,56**	35,58**	0,08*	0,26**	30,49**	190,39**
Tempo*Concentração	10	17,47*	33,25*	5,03**	1,01*	31,46*	144,79**
erro	108	04,98	2,97	0,02	0,01	2,33	21,86
CV (%)		15,79	23,92	5,82	5,82	11,80	31,19

** - altamente significativo; * - significativo; 5% de probabilidade, pelo teste F.

Verifica-se na Figura 1A, comportamento quadrático nas curvas de regressões para todos os tempos de imersão, os quais apresentaram variação entre as concentrações de 0 a 10 g L⁻¹ de AIA, entre os tempos. Observa-se, também, aumento na PSOB de 44%, em média, nos três tempos de imersão, considerando os pontos iniciais e finais das equações, demonstrando que a medida que as concentrações aumentam, os índices de sobrevivência das estacas de umbu se elevam. Os pontos de máxima obtidos nas equações, nos tempos de imersão 8, 16 e 24 segundos foram 7,0; 9,1 e 9,8 g L⁻¹, sendo que a partir destes pontos, o aumento não seria mais viável.

Vignolo et al. (2012), ao testarem concentrações de 0 a 6 g L⁻¹ de AIB em três cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Read), por um período de imersão de dez segundos, relataram haver incremento de 25% na sobrevivência das estacas lenhosas. Detectaram comportamento linear, à medida que as concentrações do regulador de crescimento foram aumentando, o que se assemelha com os índices observados no umbu. Segundo Taiz & Zeiger (2009), os altos níveis de auxinas estimulam a formação de raízes adventícias e a formação destas raízes são de suma importância para sobrevivência e propagação vegetativa de plantas por estaquia, deste modo, as altas concentrações de AIA promoveram satisfatoriamente, o desenvolvimento do sistema radicular do umbu, aumentando consequentemente a sobrevivência das estacas.

Em resultados contrários, Pereira et al. (2017) constataram que os altos níveis da auxina AIB, proporcionaram percentuais inferiores de estacas vivas de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., alcançando 10% de sobrevivência, na concentração máxima de 6 g L^{-1} , por 15 segundos de imersão. A taxa de mortalidade na espécie umbu foi reduzida sobre dosagens superiores do AIA e, também, nos maiores tempos, podendo concluir a influência da auxina sobre a sobrevivência e enraizamento das estacas, sendo crescente e positivo, com possibilidade de estabilização em concentrações superiores (Figura 1A).

Na variável PESR (Figura 1B) houve crescimento linear somente para o tempo de 16 s, sendo o incremento de percentual de estacas enraizadas, em média de 25% entre as concentrações 0 a 10 g L^{-1} . Nos períodos de imersão 8 e 24 segundos, os valores mínimos verificados foram nas concentrações $4,5$ e $3,7 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente, destes pontos até maior concentração, ocorreu incremento na PESR de 61 e 46%, podendo reafirmar o benefício da auxina em altas concentrações, na formação de raízes adventícias do umbu.

Pio et al. (2006) descreveram que, teoricamente, o aumento no percentual de estacas enraizadas, pode estar correlacionada à existência de níveis endógenos de auxinas suficientes e presentes em seus tecidos, para promover formação de novas raízes e, assim, favorecer o desenvolvimento inicial da muda. De acordo com esta teoria, a inserção do regulador de crescimento, juntamente com a auxina existente podem ter influenciado a capacidade de enraizamento dos propágulos de umbu, entretanto, é possível verificar que a auxina presente nos tecidos das estacas provavelmente também foi suficiente para promover a formação de raízes adventícias, sem a aplicação do regulador de crescimento.

A PESR máxima obtida foi de 11 % na concentração 10 g L^{-1} , no tempo de 16 s, contudo, a porcentagem mínima foi advinda do menor tempo de imersão, sob a concentração de 4 g L^{-1} , com apenas 2% de estacas enraizadas (Figura 1B). Em comparação aos resultados obtidos, Atroch et al. (2007), ao trabalharem com estacas de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*), sob as mesmas concentrações utilizadas no umbu, constataram que a porcentagem de estacas enraizadas foi relativamente menor em altas concentrações do regulador de crescimento AIB, sendo a mínima de 7% na concentração de 10 g L^{-1} e a máxima de 8% na testemunha. Radmann et al. (2002), explicaram que a auxina AIA, possui efeito menos acentuado que outras auxinas, utilizadas em sistemas de propagação vegetativa, sendo que o AIA induz maior formação de raízes, sob altas concentrações, enquanto os reguladores AIB e ANA em baixas concentrações.

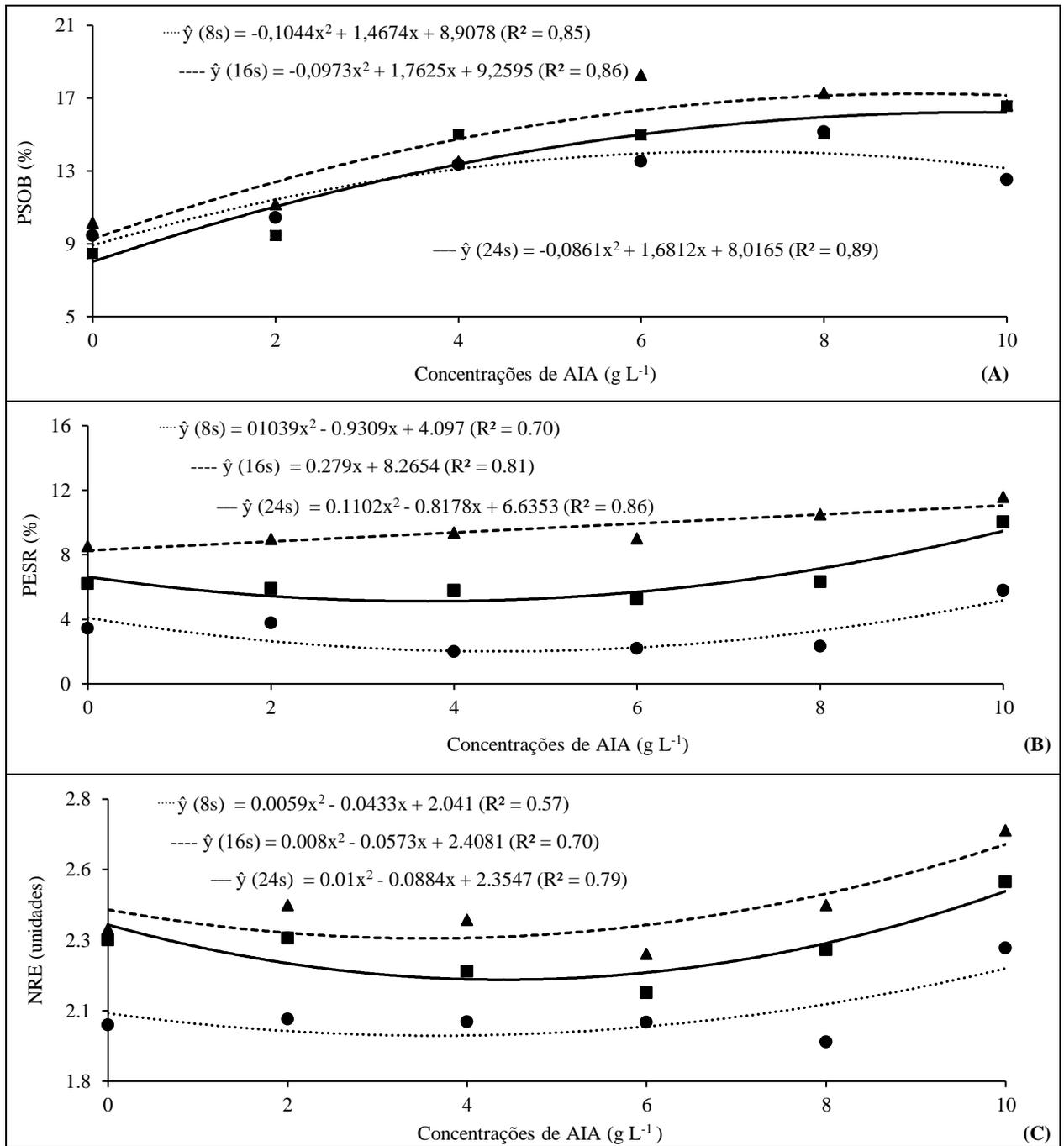


Figura 1. Regressão da porcentagem de sobrevivência das estacas (PSOB) (A), porcentagem de estacas enraizadas (PESR) (B) e número de raízes por estacas (NRE) (C) para a espécie *Spondias tuberosa*.

A variável NRE apresentou pouco incremento com o aumento das concentrações (Figura 1C), sendo o aumento de aproximadamente 7, 5 e 9%, da testemunha a concentração máxima, nos tempos de imersão 8, 16 e 24 segundos, respectivamente. Esta diferença no aumento de NRE pode favorecer a propagação vegetativa das estacas de umbu em plantios comerciais em escala elevada, uma vez que o incremento adquirido auxiliaria na absorção de água e nutrientes das estacas acarretando assim, maior número de propágulos enraizados e sobreviventes. A viabilidade da propagação vegetativa, depende da capacidade de formação de

raízes adventícias e da qualidade do sistema radicular da planta propagada, favorecendo assim a nutrição e sobrevivência da planta, principalmente em espécies de propagação assexual (FACHINELLO et al., 2005).

Os pontos mínimos nas três equações foram próximos a concentração de 4 g L^{-1} ($3,8 \text{ g L}^{-1}$), conforme Figura 1C. Constatou-se também o aumento progressivo de NRE, sendo o incremento médio 12,3%, em unidades, após a submissão a estes pontos. O valor máximo estimado para a NRE, sob concentração 10 g L^{-1} foi de 2,5 unidades (16s) e o valor mínimo de 2 unidades na concentração de 4 g L^{-1} , em 8 segundos de imersão, apresentando pouco incremento com o aumento na concentração do regulador de crescimento. Segundo Fischer et al. (2008), o desenvolvimento de raízes adventícias é influenciado pelos fitorreguladores, em que a concentração ótima pode variar de espécies para espécie, promovendo ou inibindo o processo de enraizamento, ou seja, para o trabalho a testemunha sem qualquer tratamento apresenta vantagens metodológicas e com redução de custo para o processo.

Rios et al. (2012) ao testarem diferentes concentrações de AIB em estacas de umbuzeiro, verificaram crescimento linear com o aumento das concentrações, sendo que o incremento foi de 20% no número de raízes do tratamento zero a 6 g L^{-1} para porcentagens de estacas enraizadas e número de raízes por estaca. No entanto, Chalfun et al. (2015), ao avaliarem a influência de AIB, em estacas de marmeleiro “Portugal” (*Cydonia oblonga* L) verificaram que o ponto máximo obtido para o NRE foi na concentração de $1,4 \text{ g L}^{-1}$, com aproximadamente 4,7 unidades de raízes, após este ponto os autores observaram decréscimo.

Oliveira et al. (2015) relatam que o estímulo ao enraizamento é dependente de vários fatores, principalmente na concentração de auxina, sendo que o fornecimento adequado de auxina pode promover o aumento da formação de raízes adventícias e, conseqüentemente, mudas com maior capacidade adaptativa e mais propícias a suportarem variações climáticas.

Similarmente ao NRE está o CGR, conforme Figura 2A, em que se evidencia valores mínimos de concentração em 4,1; 4,5 e 4,1 g L^{-1} . Após a estes pontos, as estacas apresentaram aumento progressivo, sendo interessante para a espécie a utilização do regulador de crescimento mesmo com o baixo incremento verificado no trabalho. Isso se deve ao fato que com o ganho de 1,21 mm (9%), conferidos sob a concentração de 10 g L^{-1} , que as estacas de *Spondias tuberosa* obtiveram em média, possibilitando maior vantagem adaptativa.

Esses valores equivalentes de CGR, na ausência da auxina podem ser explicados segundo a hipótese de Hartmann et al. (2011), em que as estacas que possuem facilidade de formarem raízes adventícias, são advindas de espécies que possuem balanço endógeno adequando de auxinas em seus tecidos e, uma simples injúria provocada por um corte na base

das estacas, no processo de preparo, ativaría todo o mecanismo de ação dessas substâncias de reserva, na indução à formação de raízes.

Cruz-Silva et al. (2013) denotaram que estacas de jasmim-amarelo (*Jasminum mesnyi* Hance), tratadas com 1000 e 2000 mg Kg⁻¹ de AIB, em formato de pó (talco), estimularam o comprimento de raízes nas estacas de 6,2 e 5,6 cm, evidenciando que a utilização em menor proporção de 1000 mg Kg⁻¹ é recomendada para a espécie na promoção de CGR. Moura et al. (2015) também constataram que o comprimento médio das raízes em estacas de três-marias (*Bougainvillea spectabilis* Willd) apresentaram melhores resultados sob a dose de 1 g L⁻¹ de ANA, com 8,2 cm de incremento. As maiores médias de CRG na *Spondias tuberosa* foram na concentração de 10 g L⁻¹, com valor máximo de 17 mm, no tempo de 16 segundos de imersão ao AIA, assim, é possível concluir, que o efeito das auxinas é diferenciado por espécie, dependente de diversos fatores, como a idade da planta, época de coleta do material, genótipo da planta, forma de utilização dos fitorreguladores e condições ambientais, tais como temperatura, substrato e umidade (HARTMANN et al., 2011), inclusive a forma e o tipo aplicado.

Sampaio et al. (2010) notaram que a influência do hormônio AIB, nas concentrações 0; 0,3; 0,6; 1,2 e 2,0 g L⁻¹, em estacas de preciosa [*Aniba canelilla* (H.B.K) Mez], tiveram incremento de 36% na emissão de novos brotos, à medida que as concentrações do hormônio aumentaram. Todavia, Tosta et al. (2012) verificaram que o número de brotações em estacas de cajaneira (*Spondias sp.*), aumentaram até o ponto máximo de 3,5 g L⁻¹ de AIB, obtendo valor estimado de 2,9 brotos, sendo que a partir desta concentração ocorre decréscimo, com redução de 1,3 em unidades. Deve se esclarecer que apesar de estarem no mesmo gênero, as espécies têm comportamento bem divergentes, pois, mesmo coletando na mesma época e com os mesmos tratamentos, o cajá-manga não apresentou estacas viáveis em número adequado e já para o umbu, a técnica foi mais promissora.

Vê-se que houve efeito linear crescente para a MFT das estacas de umbu (Figura 2C), nos tempos de 16 e 24 segundos de imersão, apresentando incremento de 38 e 75% a mais que as estacas sem aplicação do fitorregulador. Os resultados sugerem que o uso do AIA, sob concentrações mais elevadas, provocou estímulos mais significativos. Porém, o tempo de 8 segundos apresentou da testemunha ao seu ponto máximo de 7,4 g L⁻¹, incremento de 72%, no entanto após este ponto houve estabilização, indicando que o período de tempo inferior em concentrações elevadas de AIA, não conferem vantagem metodológica para espécie. Para Alvarenga & Carvalho (1983), a elevação na concentração da auxina até o ponto máximo,

produz efeito estimulador na produção de raízes, porém, a partir deste ponto qualquer acréscimo pode se tornar inibitório ao enraizamento, podendo reduzir assim a sobrevivência das estacas.

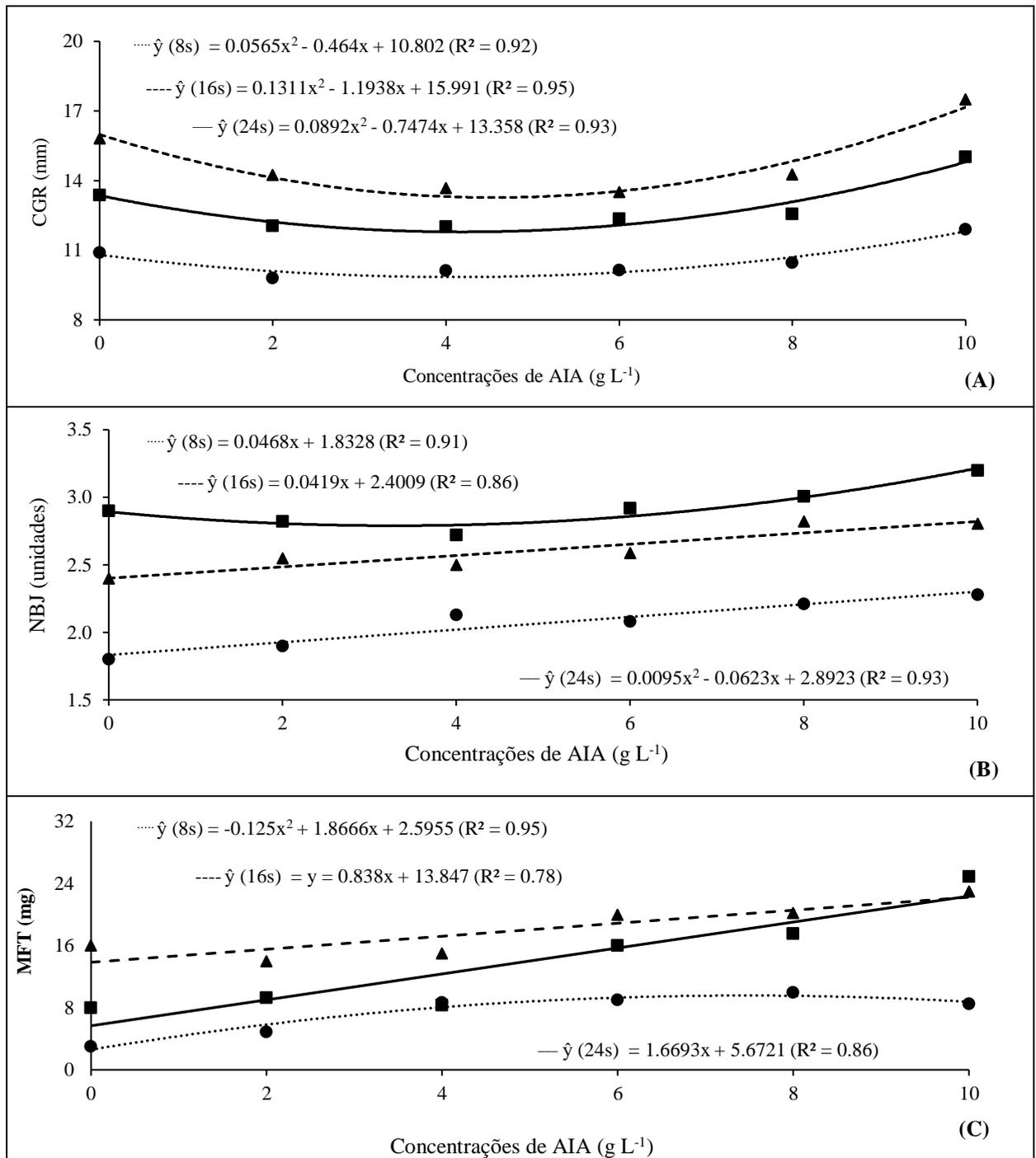


Figura 2. Regressão de comprimento geral das raízes (CGR) (A), número de brotações jovens (NBJ) (B) massa fresca total (MFT) (C) para a espécie *Spondias tuberosa*.

Salibe et al. (2010) destacaram que concentrações de AIB de 3 g L⁻¹, por dez segundos de imersão, em porta-enxertos de videira influenciaram positivamente na massa fresca da espécie, com incremento de até 50% em comparação a sem aplicação, indicando a importância

do hormônio para o desenvolvimento inicial e, posteriormente, crescimento vertiginoso em campo.

Os resultados demonstram que a estaquia foi uma alternativa viável e satisfatória na propagação da espécie umbu, principalmente para as variáveis PSOB, PESR, NBJ e MFT. Já com relação NRE e CGR, apesar do baixo incremento, possuem aumento da capacidade adaptativa da planta e podendo conferir melhores resultados após os 90 dias, neste caso, necessitando de mais estudos para avaliar esta condição e, inclusive, o desempenho futuro da planta. Segundo Fachinello et al. (2005), a auxina AIA é menos estável dos reguladores, em comparação com AIB e ANA, por ser fotossensível, portanto necessita de altas concentrações para promover o enraizamento nas espécies, assim como observado no estudo.

Os resultados obtidos fornecem subsídios relevantes para o desenvolvimento de futuras pesquisas relacionadas ao gênero e também as diferentes espécies do gênero *Spondias* sp., além disso, vislumbrar novos protocolos que contemplem o a propagação através de estacas caulinares de espécies frutíferas para plantios comerciais no Estado de Goiás.

CONCLUSÃO

A técnica de propagação vegetativa em estaquia lenhosa em espécie *Spondias dulcis* se mostrou inviável para a produção de mudas, necessitando assim de novos estudos.

A propagação vegetativa por estaquia em *Spondias tuberosa* (umbu) foi satisfatória e eficaz para o enraizamento e surgimento de novas brotações nas estacas, na concentração de 10 g L⁻¹ de AIA, no tempo de 16 segundos de imersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, H.; DIAS, J.; DANTAS, R.; CABRAL, I., MEDEIROS, A.; SANTOS, V. Potencial atividade antiulcerogênica da espécie *Spondias mombin*. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 10, n. 2, 2015.

ALMEIDA, J. P. N.; LEITE, G. A.; MENDONÇA, V.; FREITAS, P. S.C.; ARRAIS, I. G.; TOSTA, M. S. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 11-18, 2017.

ANDRADE, M. W.; MENDONÇA, V., HAFLE; O. M.; MEDEIROS, P. V. Q.; MENDONÇA, L. F. M. Adubos nitrogenados e potássicos na produção de porta-enxertos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 117-122, 2013.

ANTUNES, W. C.; MENDES, K. R.; CHAVES, A. R. M.; OMETTO, J. P., JARMA-OROZCO, A.; POMPELLI, M. F. *Spondias tuberosa* trees grown in tropical, wet environments are more susceptible to drought than those grown in arid environments. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 10, n. 1, p. 9-27, 2016.

ATROCH, A. L.; CRAVO, M. S.; SANTOS, J. A. Enraizamento de estacas de clones de guaranazeiro tratados com ácido indol-3-butírico (AIB). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 47, n. 1, p. 103-112, 2007.

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

BOTELHO, R.V.; MAIA, A.J.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; SCHUCK, E. Efeitos de reguladores vegetais na propagação vegetativa do porta-enxerto de videira '43-43' (*Vitis vinifera* x *V. rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.6-8, 2005.

CHALFUN, N. N. J.; PIO, R.; JÚNIOR, A. R. C.; HIROTO, C. H.; ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, Â.; CHAGAS, E. A. Rooting of cutting 'japonês' and 'portugal' quince trees in different substrates and indolbutyric acid concentration. **Ceres**, v. 54, n. 311, 2015.

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

CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 69-80, 2016.

EMPRAPA. Classificação Brasileira de Solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

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

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FISCHER, D. D. O.; FACHINELLO, J. C.; ANTUNES, L. E. C.; TOMAZ, Z. F. P.; GIACOBBO, C. L. Efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 285-289, 2008.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation: principles e practices**. Boston: Prentice Hall, 8. Ed, 915 p., 2011.
- LIMA, M. S. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; BARROSO, J. P. Caracterização de frutos de genótipos selecionados de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*). **Interciencia**, v. 40, n. 5, p. 311, 2015.
- LINS-NETO, E. M. F.; PERONI, N.; MARANHÃO, C. M. C.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Analysis of umbu (*Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae)) in different landscape management regimes: A process of incipient domestication. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 7, p. 4489-4499, 2012.
- LORENZI, H. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarium de Estudos da Flora Ltda, p. 357, 2006.
- 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 Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, v. 55, p. 1, 2015.
- MOURA, A. P. C.; SALLA, V. P.; LIMA, D. M. Enraizamento de estacas de *Bougainvillea* com concentrações de ácido naftalenoacético. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 2, 2015.
- OLIVEIRA, J. A. R.; KOEFENDER, J.; MANFIO, C. E.; GOLLE, D. P.; REIS, J. D. D. Tipos de estacas e uso de AIB na propagação vegetativa de fisális. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, v. 9, n. 3, p. 342-346, 2015.
- OINAM, G.; YEUNG, E.; KUREPIN, L.; HASLAM, T.; VILLALOBOS, A.L. Adventitious Root formation in ornamental plants: I. general overview and recent successes. **Propagation of Ornamental Plants** 11: 78-90. 2011.
- PAULA, L. A.; CONCEIÇÃO, A. B.; CORRÊA, L. S.; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 3, 2007.
- PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C.; ÂNGELO, A. C.; FRIGOTTO, T.; MENEGUZZI, A.; FELIPPE, D. Enraizamento de estacas de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. em função de concentrações e reaplicações de AIB. **Revista Espacios**, Vol. 38, n.21, pg. 15, 2017.

PIO, R.; DALL'ORTO, F. A. C.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; CHAGAS, E. A.; SIGNORINI, G. Propagação do marmeleiro 'Japonês' por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 570-574, 2007.

RADMANN, E. B.; FACHINELLO, J. C.; PETERS, J. A. Efeito de auxinas e condições de cultivo no enraizamento in vitro de porta-enxertos de macieira 'M-9'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 03, p. 624-628, 2002.

REIS, R. V.; FONSECA, N.; SILVA LEDO, C. A.; GONÇALVES, L. S. A.; PARTELLI, F. L.; SILVA, M. G. M.; SANTOS, E. A. Estádios de desenvolvimento de mudas de umbuzeiros propagadas por enxertia. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 787-792, 2010.

RIOS, É. S.; PEREIRA, M. C.; SANTOS, L. S.; 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.

ROCHA, L. A.; ROCHA, A. M.; PACHECO, A. C. L.; ABREU, M. C. Diferenças foliares morfoanatómicas de quatro espécies da família Anacardiaceae. **Caderno de Pesquisa**, v. 27, n. 2, p. 35-48, 2015.

ROSSO, V. V. **Identificação de carotenóides em frutas exóticas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21, 2008, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: Digital Media, 2008.

SANTOS, M. B. D.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. D. O.; CONCEIÇÃO, M. D. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.32, n.4, p.1089-1097, 2010.

SANTOS, A. C. V. **Produção de mudas Florestais**. Niterói: Programa Rio Rural. Manual Técnico, 06, 20 f. 2008.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 731-735, 2008.

SAMPAIO, P. D. T. B.; SIQUEIRA, J. A. S.; COSTA, S.; MAURO, F.; BRUNO, S. Propagação vegetativa por miniestacas de preciosa (*Aniba canellila* (HBK) MEZ). **Acta Amazonica, Manaus**, v. 40, p. 687-692, 2010.

SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C.; PIO, R.; TSUTSUMI, C. Y.; JANDREY, P. E.; ROSSOL, C. D.; SILVA, T. P. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira 'VR 043-43' submetidas a estratificação, ácido indolbutírico e ácido bórico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, 2010.

SILVA, L. R. Caracterização físico de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras (*Spondias* sp.). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 2, p. 151-157, 2014.

SILVA, G. A.; BRITO, N. J. N.; SANTOS, E. C. G.; LÓPES, J. A.; ALMEIDA, M. G. Gênero *Spondias*: aspectos botânicos, composição química e potencial

farmacológico. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 10, n. 1, 2014.

SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cajaraneira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agroindustriais. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. In: **Fisiologia vegetal**. Artmed, 2009.

TOSTA, M. S.; DE OLIVEIRA, C. V. F.; DE 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. 6Supl1, p. 2727-2740, 2012.

VANZELA, E. S. L.; RAMIN, P.; GUEZ, M. A. U., SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. D. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel'cajá-manga'(*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2011.

VIGNOLO, G. K.; FISCHER, D. L. O.; ARAUJO, V. F.; KUNDE, R. J.; ANTUNES, L. E. C. Enraizamento de estacas lenhosas de três cultivares de mirtilheiro com diferentes concentrações de AIB. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, 2012.

CAPITULO 2 – PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Spondias purpurea* COM IMERSÃO EM ÁCIDO INDOL ACÉTICO

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações do ácido indol acético, em três tempos de imersão na propagação vegetativa da espécie *Spondias purpurea*, utilizando a técnica de estaquia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizados, com três repetições, em esquema fatorial (3 x 6), três diferentes intervalos (8, 16 e 24 segundos), em seis concentrações (0, 2, 4, 6, 8 e 10 g L⁻¹) do ácido indol-3-acético, com dez estacas por parcela, na espécie *Spondias purpurea*. O período de condução do experimento foi de 180 dias e foram avaliadas as características de porcentagem de sobrevivência das estacas, porcentagem de estacas enraizadas, número de brotações jovens foliares, número de raízes por estacas, comprimento geral das raízes e massa fresca total. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e, posteriormente, ajustados em equações de regressão. A propagação vegetativa por estaquia na espécie *Spondias purpurea* foi satisfatória ao enraizamento e a brotação nas estacas, com maiores incrementos entre as concentrações 6 a 10 g L⁻¹. A concentração de 10 g L⁻¹ de AIA, em tempos de imersão de 24 segundos foi a que induziu maiores incrementos nas variáveis de seriguela.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations of indole acetic acid, in three immersion times on the vegetative propagation of the species *Spondias purpurea*, using the cutting technique. The experiment was conducted in a greenhouse of the State University of Goiás, Câmpus Ipameri. The experimental design was completely causalized, with three replicates, in a factorial scheme (3 x 6), three different intervals (8, 16 and 24 seconds), in six concentrations (0, 2, 4, 6, 8 and 10 g L⁻¹) of indole-3-acetic acid, with ten stakes per plot. The experimental period was 180 days and the characteristics of percentage of survival of the cuttings, percentage of rooted cuttings, number of young shoots, number of roots by cuttings, general root length and total fresh mass. Data were submitted to analysis of variance by the F test and, later, adjusted in regression equations. The vegetative propagation by cutting in the species *Spondias purpurea* was satisfactory to rooting and sprouting in the stakes, with greater increases in the concentrations 6 to 10 g L⁻¹. The concentration of 10 g L⁻¹ of AIA, in times of immersion of 24 seconds, was the one that induced greater increases in the seriguela variables.

INTRODUÇÃO

A espécie *Spondias purpurea* L., pertencente à família das Anacardiaceas e ao gênero *Spondias* tem seu centro de origem na América Central, porém com distribuição em algumas áreas do México, no Caribe e em vários países da região norte da América do Sul, que provavelmente foram dispersos pelo homem (MITCHELL et al., 2015). Esta espécie é mais cultivada em pomares domésticos e possui uma coloração avermelhada, de sabor e aroma agradáveis, consumidos *in natura* ou como polpas para suco, geleias, picolés e uma gama de doces (AUGUSTO et al., 2012; FERREIRA et al., 2015).

A seriguela é uma árvore caducifólia de 3 a 6 m de altura, com folhas pinadas que medem entre 18 a 24 cm e folíolos com 9 a 11 pares. As flores são discretas, unissexuadas e andróginas, seus frutos são do tipo drupa, com forma elipsoidal, 3 a 5 cm de comprimento (LORENZI, 2006). Sua floração ocorre nos meses da primavera junto com a brotação da nova folhagem e sua frutificação ocorre no terceiro ano após o plantio no campo, onde uma planta madura pode produzir entre 80 e 120 kg de frutos por ano (ALMEIDA et al., 2009).

Nesse sentido, para a produção de seriguela em escala comercial, a qualidade das mudas é essencial, a fim de garantir uma alta produtividade, rápida na frutificação e homogeneidade no plantio, é imprescindível a utilização da propagação vegetativa de forma mais eficaz. Como a espécie *S. purpurea* dificilmente se propaga por sementes, sua multiplicação se realiza, principalmente de forma assexuada, uma vez que os pólenes produzidos pela espécie são em sua maioria inférteis (SANTOS et al., 2008).

A estaquia é o método mais indicado para propagar espécies tropicais, como a seriguela, contudo, a capacidade de cada estaca em enraizar depende da interação de vários fatores, como o estado fenológico da planta matriz, as condições ambientais e o tratamento a ser utilizado (SOUZA et al., 2008). No intuito de favorecer o balanço hormonal, o enraizamento e o desempenho fisiológico das estacas, a aplicação de reguladores de crescimento são de suma importância para a melhoria da qualidade e da quantidade de mudas pelo processo de estaquia (GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008; POVH et al., 2008).

Esses fitorreguladores podem ser utilizados isoladamente ou combinados no processo de indução de raízes, como promotores de crescimento vegetal, sendo a auxina AIA (ácido indol-acético) a mais utilizada para este processo. Este hormônio é produzido principalmente no meristema apical do caule da planta e, posteriormente, transportado através das células no parênquima até o sistema radicular, tendo como principal efeito a promoção do crescimento de raízes e caules (MARCHIORO, 2005; CHAGAS-JÚNIOR et al., 2009).

Entretanto, são poucos os estudos relacionados a propagação vegetativa de espécies frutíferas utilizando a auxina AIA, assim existe a necessidade de novos trabalhos que visem a busca por novos genótipos/espécies para cultivo comercial, que apresentem superioridade de desempenho na fase inicial de desenvolvimento e que se perpetue para a fase produtiva. (LIRA-JUNIOR et al., 2014). Com isto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de AIA, em diferentes tempos de imersão, na propagação vegetativa da espécie *Spondias purpurea* pela técnica de estaquia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, estrutura metálica com altura de 3,5 m, comprimento de 30 m e largura 7 m, com cobertura de filme de polietileno difusor de luz, com espessura de 150 micra e sombrite com 50% de passagem de luz nas laterais, na Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri. Os propágulos vegetativos foram coletados de matrizes adultas, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, no mês de maio de 2016.

Para as estacas lenhosas foi adotado o comprimento de 20 cm, com no mínimo duas gemas laterais, com corte reto na parte superior e, em bisel, na extremidade basal com tesoura de poda e desfolha manual.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizado, em esquema fatorial 6x3 (seis concentrações em três tempos de imersão), sendo utilizado três repetições, com dez estacas por parcela, avaliados na espécie de seriguela (*Spondias purpurea*).

As concentrações foram 0, 2, 4, 6, 8, e 10 g L⁻¹ do ácido indol-3-acético (AIA), diluído em álcool etílico e água destilada na proporção de 1:1, conforme Souza et al. (2010). Posteriormente, as estacas permaneceram imersas por 8, 16 e 24 segundos, nas diferentes concentrações de AIA. Logo após, as estacas foram alocadas em vasos de polipropileno de 12 litros preenchidos com Latossolo Vermelho Distrófico, classificado segundo Embrapa (2013), com pH corrigido com calcário dolomítico, com PRNT de 70%, previamente, 28 dias antes da instalação, com irrigação frequente. Posteriormente, adubados com seis gramas do formulado 8-28-16 NPK, de acordo com características químicas do solo: Areia 320 g kg⁻¹; Limo 90 g kg⁻¹; Areia 590 g kg⁻¹; pH 4,9; Matéria orgânica 24,1 g dm⁻³; P 5; mg dm⁻³; H+Al 30,3 mmol_c dm⁻³; k 4,1 mmol_c dm⁻³; Ca 18,2 mmol_c dm⁻³; Mg 7,5 mmol_c dm⁻³; SB 27,8 mmol_c dm⁻³; CTC 57,6 mmol_c dm⁻³; V (%) 47,7.

Para evitar o ressecamento do solo, contidos nos vasos e, para manter as estacas propagadas em maior umidade, foram montadas para cada vaso estruturas de umidificação, confeccionadas com bambu e barbante, cobertas por sacos plásticos de polietileno difusor de luz transparente (40 micras), com a altura de um metro e com forma cilíndrica.

O período de condução do experimento foi de 180 dias, dividido em duas etapas, em que as estacas foram acondicionadas na estrutura de proteção por 90 dias e, posteriormente, na segunda etapa as estacas permaneceram nos vasos sem esta proteção por mais 90 dias. Foram realizadas irrigações a cada quatro dias para manter a umidade do solo, com 500 ml de água, no primeiro período, no segundo a cada dois dias.

As avaliações realizadas foram porcentagem de sobrevivência das estacas (PSOB), em que foram considerado a estacas sobreviventes, que apresentaram lenho vivo, brotações jovens ou enraizamento, contou-se, posteriormente, transformando em porcentagem; porcentagem de estacas enraizadas (PESR), ponderou-se como enraizada à estaca com indução de primórdios radiculares de no mínimo 1 mm, em milímetros, contou-se, posteriormente, transformando em porcentagem; número de raízes por estacas (NRE), número de raízes já formadas maiores que 1 mm, em unidades; comprimento geral das raízes (CGR), as raízes foram medidas com o auxílio de régua, dado em milímetros; número de brotações jovens foliares (NJB), em que contou-se o número de brotos totais por estacas, posteriormente, atribuída uma média por estaca, em unidade; massa fresca total (MFT), a massa total de raízes, folhas e brotos foram pesados em balança de precisão, expressos em miligramas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ajustados em equações de regressão, de acordo com a equação significativa, para as diferentes concentrações de AIA, em função dos tempos de imersões em *Spondias purpurea* utilizando o programa SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância indica diferença significativa ($p > 0,05$) para todas as características avaliadas (Tabela 1). Esses resultados denotam o potencial da técnica de propagação vegetativa para a seriguela, com o regulador de crescimento AIA. Contrário a estes resultados Feliciano et al. (2017) observaram que não houve diferenças significativas nas variáveis número de plantas viáveis, número de estacas enraizadas e tamanho da maior raiz para doses de AIB, demonstrando que as plantas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) responderam de forma indiferenciada tanto a aplicação, como a não aplicação de AIB.

Tabela 1. Quadrado médio das variáveis de porcentagem de sobrevivência das estacas (PSOB), porcentagem de estacas enraizadas (PESR), número de brotações jovens (NBJ), número de raízes por estacas (NRE), comprimento geral de raízes (CRG) e massa fresca total (MFT), submetidos a diferentes tempos de imersão e doses de ácido indol-acético, em seriguela. Ipameri, GO. 2017.

FV	GL	PSOB	PESR	NBJ	NRE	CGR	MFT
Tempo	2	49,04**	46,21**	1,05*	42,76**	158,72**	5745,52**
Concentração	5	221,87**	74,71**	1,61**	90,03**	105,19**	266,87**
Tempo*Concentração	10	52,03**	272,31**	0,36**	99,96**	73,11**	2205,96**
erro	81	3,37	2,10	0,02	1,76	4,73	52,01
CV (%)		12,26	19,73	5,72	23,64	12,95	27,18

** - altamente significativo; * - significativo; 5% de probabilidade, pelo teste F

Observa-se na Figura 1A, o crescimento linear acentuado para a PSOB, conforme as concentrações tornaram-se elevadas, com comportamento bem similar entre os três tempos de imersão. O incremento médio foi de 56, 74 e 49%, na concentração zero a 10 g L^{-1} , nos tempos de 8, 16 e 24 segundos, respectivamente. De acordo com Galeti et al. (2010), a maior porcentagem de sobrevivência em estacas de amoreira (*Morus alba*) foi após imersão em água por 24 horas e destacaram também que a técnica para a espécie é promissora e de baixo custo, porém esta técnica não apresentou resultados promissores para a seriguela. Sousa & Sodek (2002) relatam que a permanência das estacas em água por um tempo elevado pode ocasionar hipóxia, podendo desviar a respiração celular para uma rota fermentativa, acumulando etanol no tecido, ocasionando a redução na sobrevivência dos propágulos ou a morte. Entretanto, pode-se detectar a permanência por períodos de 24 segundos, aumentam as chances de as estacas sobreviverem sob altas concentrações de AIA (Figura 1A).

Constata-se que a auxina sob altas concentrações influenciou satisfatoriamente a PSOB, o qual apresentou incremento de 1,2%, em média, para cada 1 g L^{-1} de AIA na concentração, considerando os três tempos de imersão. Alcantra et al. (2010), ao avaliarem os ácidos naftaleno

acético e indolilbutírico no enraizamento de jambolão [(*Syzygium cumini* L.) Skeels], detectaram comportamento quadrático para ambos, entretanto, com baixa influência do ANA e maior para AIB, com ponto de máxima próximo a $0,7 \text{ g L}^{-1}$ para os dois reguladores. Contudo, devido ao desempenho para outras variáveis, a concentração de 1 g L^{-1} , foi a mais indicada.

Conforme Amaral et al. (2012), a sobrevivência das estacas está atribuída, provavelmente, a capacidade de enraizamento dos materiais vegetativos, visto que a presença de raízes permite que as estacas absorvam água e nutrientes essenciais para sua manutenção e sobrevivência, comportamento similar observado na Figura 1C, no qual o crescimento no número de raízes (NRE) também apresentou o mesmo desempenho que a Figura 1A.

Pela Figura 1B, percebe-se que a PERS no tempo de 24 segundos teve comportamento linear, sendo o enraizamento das estacas de seriguela influenciado pelo aumento das concentrações, ocorrendo incremento de 42%, na concentração controle até a máxima. Contudo, o tempo de 8 segundos apresentou incremento de 81% até seu ponto de máxima na concentração de $6,6 \text{ g L}^{-1}$, porém, com decréscimo de 13% após este ponto. Segundo Timm et al. (2015) isto seria decorrente do aumento excessivo na concentração de fitorreguladores, o qual podem causar desbalanço hormonal e reduzir a porcentagem de enraizamento nas espécies. Porém, na *Spondias purpurea*, o tempo de imersão foi o fator determinante na redução do percentual de estacas enraizadas, uma vez que em altas concentrações da auxina AIA, o período de 8 segundos não promoveu aumento, ao contrário dos tempos 16 e 24 segundos, o qual obtiveram os melhores valores sob concentrações elevadas do regulador de crescimento aplicado.

Resultados obtidos por Mayer et al. (2017) verificaram que estacas de *Passiflora caerulea* não tratadas com AIB, em um minuto de imersão, enraizaram em 60%, porém, no aumento das concentrações, principalmente sobre $0,75$ e $1,5 \text{ g L}^{-1}$, este percentual reduziu para 26 e 6%. De acordo com Hartmann et al. (2011), a concentração perfeita é dependente do nível endógeno do hormônio, o qual este balanço é responsável por estimular o crescimento e diferenciação celular dos tecidos da planta e aumentar a porcentagem de enraizamento.

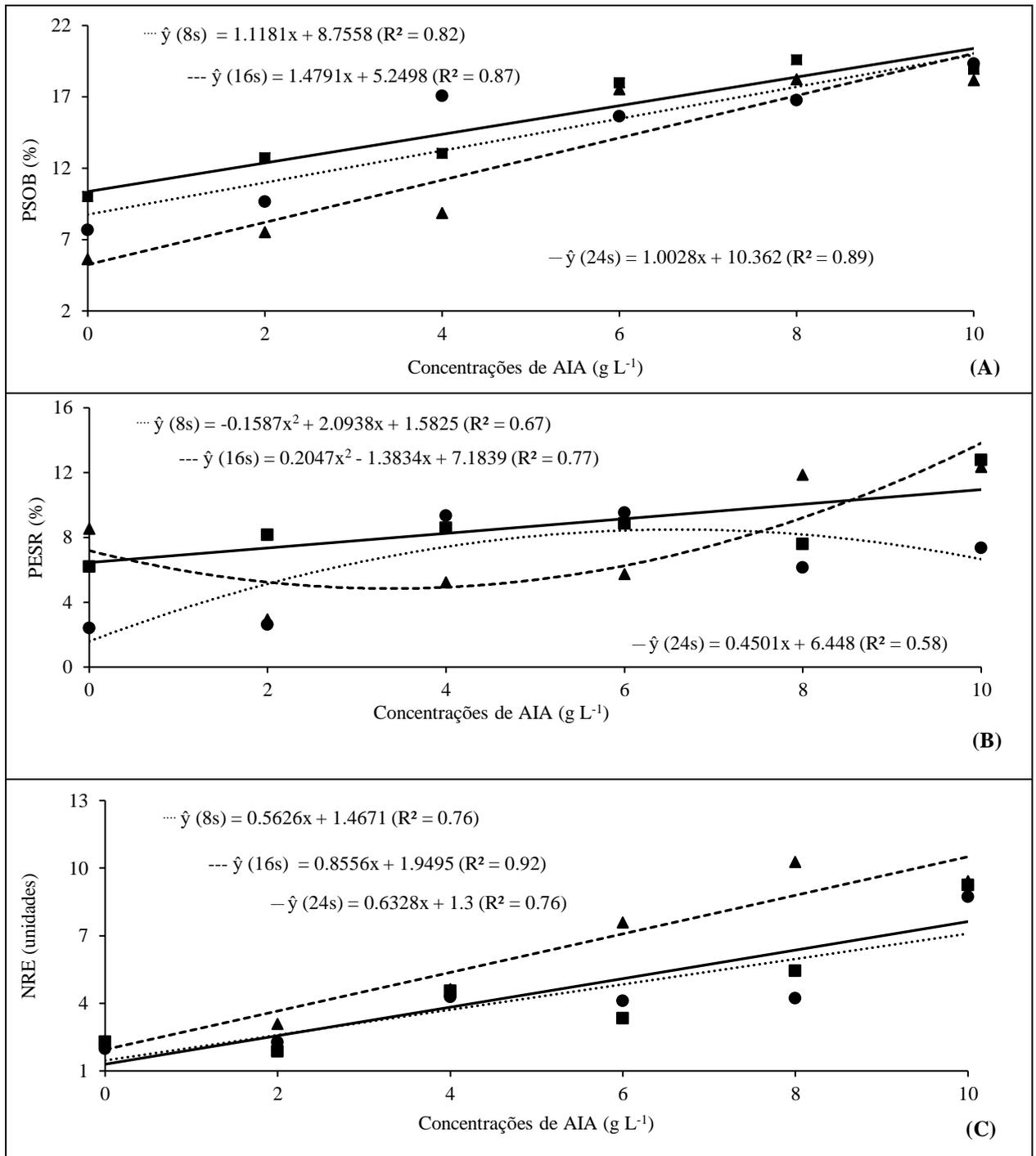


Figura 1. Regressão da porcentagem de sobrevivência das estacas (PSOB) (A), porcentagem de estacas enraizadas (PESR) (B) e número de raízes por estacas (NRE) (C) para a espécie *Spondias purpurea*.

Em 16 segundos de imersão observou-se que a ausência do ácido indol-acético proporcionou valores relevantes para PERS (Figura 1B), com valor de 7%, porém, ao submeter as estacas ao fitorregulador, na concentração mínima de 3,4 g L⁻¹, ocorreu incremento no percentual de enraizamento dos propágulos em 65%, até o tratamento de 10 g L⁻¹, evidenciando a importância de concentrações de AIA, acima do ponto de mínima, para o enraizamento satisfatório da espécie. Meneguizzi et al. (2015) ao avaliarem concentrações de 0, 1, 2, 3 e 4 g

L⁻¹ de AIA, constataram que a concentração máxima de eficiência técnica para Pistóporo-japonês (*Pittosporum tobira*) foi de 2,2 g L⁻¹ de AIA, com 57% de estacas enraizadas, entretanto, a partir dessa concentração houve queda no percentual de estacas enraizadas, em 30%. Ao contrário do observado por estes autores, o aumento das concentrações da auxina AIA, aplicada nas estacas de seriguela, estimularam o enraizamento adventício no material vegetativo, principalmente nos tempos de 16 e 24 segundos de imersão, verificando assim que para a espécie *Spondias purpurea* altas concentrações de AIA proporcionam valores ótimos para PERS.

Suguino et al. (2009) observou que os tempos de imersão 0, 4, 8 e 16 s, em concentração de 1 g L⁻¹ de AIB, não promoveram a formação de calos e raízes, em estacas de *Myrcia selloi* (Cambuí), denotando a necessidade de utilização de outras concentrações do hormônio AIB, para verificar a influência da auxina sobre a propagação da espécie. Para espécie *Spondias purpurea*, os tempos de imersão testados, juntamente com as concentrações de AIA, proporcionaram valores satisfatórios no enraizamento das estacas, sendo o tempo de 16 segundos, considerado o melhor período de imersão, na concentração máxima testada, com crescimento mais vertiginoso a partir de 4 g L⁻¹.

Na Figura 1C, percebe-se que houve crescimento linear na NRE nas estacas de seriguela, nos três tempos de imersão, conforme as concentrações de AIA tornam-se elevadas, ocorrendo incremento médio de 81%, na concentração controle a máxima considerando os três tempos de imersão. A utilização de auxinas reguladoras de crescimento tem por finalidade acelerar a emissão de raízes, número e a qualidades das raízes formadas, assim, este estímulo no sistema radicular, promove o crescimento da parte aérea da planta, que por consequência estimulam ainda mais a rizogênese das estacas. Isso ocorre devido à realização de intensa síntese de auxinas que, logo após, são transportadas para a base dos vegetais, como é o caso da auxina AIA. Esse aumento no número de raízes auxilia positivamente a sobrevivência dos propágulos vegetativos, uma vez que são por meio das raízes que há absorção de água e nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta (FACHINELLO et al., 2005).

Os períodos de 8 e 24 segundos obtiveram valores próximos de NRE (Figura 1C), entre as concentrações. No entanto, nota-se que o tempo de 16 segundos proporcionou os melhores valores de NRE nas estacas de seriguela, correspondendo em média, acréscimo de 3 unidades a mais de raízes, na concentração máxima, em relação aos outros períodos de imersão. Couvillon (1988) explicam que ao imergir a base da estaca por apenas alguns segundos ou minutos, a concentração da auxina deve ser superior para que a ação do ácido seja eficiente e assim beneficiar a formação de raízes adventícias nas estacas, como é o caso do presente estudo.

Divergente destes resultados, Oliveira et al. (2012), verificaram que baixas concentrações de AIB, como 2 g L^{-1} , proporcionaram maior número de raízes, sendo 6 unidades, em miniestacas apicais de *Melaleuca alternifolia*.

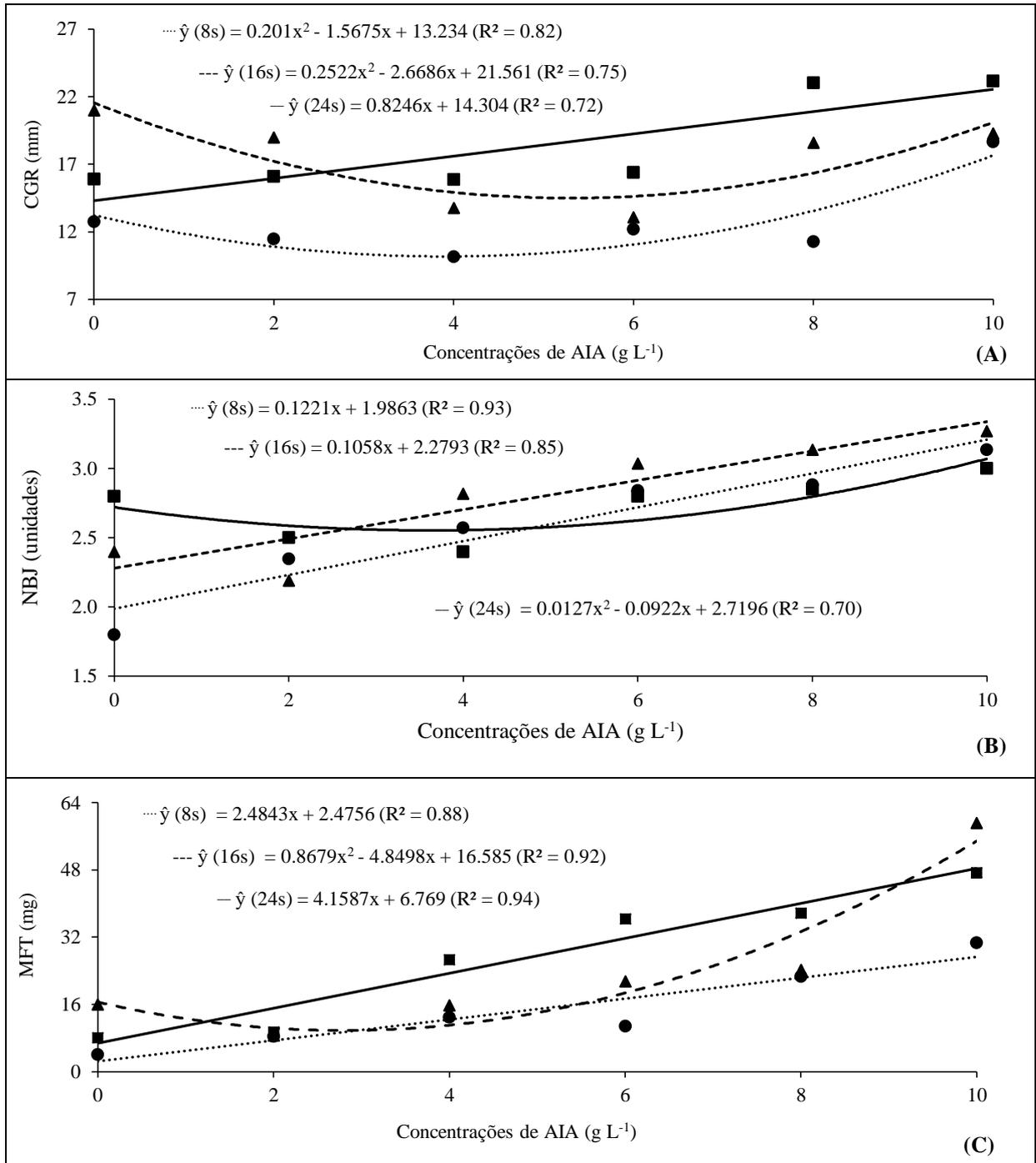


Figura 2. Regressão do comprimento geral das raízes (CGR) (A), número de brotações jovens (NBJ) (B) massa fresca total (MFT) (C) para a espécie *Spondias purpurea*.

Já Nacata et al. (2014) concluíram que ao imergir estacas de carambola (*Averrhoa carambola* L.) por um período de 16 horas, em concentrações de $0,01 \text{ g L}^{-1}$ de AIB constatou aumento de 3,1 unidades de raízes, também relacionado a porcentagem de sobrevivência das

estacas, como supracitado. De acordo com Leandro et al. (2008), na propagação vegetativa as estacas possuem a capacidade de emitir novas raízes em função dos fatores ambientais e endógenos propícios ao enraizamento, sendo o efeito adequado de hormônio sobre a espécie depende na concentração de auxina existente no tecido da espécie estudada, no presente estudo, de grande importância para o desenvolvimento da parte aérea da planta.

Segundo Bastos et al. (2006), as aplicações de concentrações mais altas de auxinas auxiliam na indução do enraizamento dos materiais vegetais, o que favorece a formação de novas raízes e auxiliam em seu desenvolvimento e crescimento. Entretanto, com exceção do tempo de 24 segundos, que apresentou comportamento linear e mais expressivo, conforme Figura 2A, no tempo de 16 segundos ocorreu redução de 1mm e, no tempo de 8 segundos, incremento de 5 mm, aproximadamente. Apesar do incremento parecer pouco expressivo, para que a muda consiga alcançar nutrientes, principalmente o fósforo, qualquer incremento, pode ser responsável pelo desenvolvimento mais acelerado da parte aérea, confirmado pela similaridade com a MFT (Figura 2C). Segundo Mercier (2008), a formação e o desenvolvimento de raízes adventícias são influenciados pelas concentrações dos fitormônios, sobretudo das auxinas, uma vez que estas ativam as células do câmbio, regulando o crescimento e desenvolvimento vegetal das estacas.

Muniz et al. (2015), verificaram que houve crescimento linear na CGR de estacas de *Solidago canadensis* L. sob o aumento das concentrações de AIA, o qual constaram aumento de 37% no comprimento geral de raízes da testemunha a concentração máxima de 3000 mg kg⁻¹, ocorrendo uma diferença de 1 cm na CGR das estacas de tango. De acordo com estes mesmos autores, é benéfico para as estacas que o sistema radicular seja o maior possível, uma vez que melhora a agregação do material vegetal ao substrato, aumentando a estabilidade do bloco e, dessa forma, maior será a área de absorção de nutrientes e água, favorecendo seu desempenho inicial.

De acordo com Kerbauy (2012) a emissão de brotos é dependente do balanço hormonal endógeno, bem como fatores extrínsecos e, do estímulo proporcionado pela aplicação exógena de auxina. Diante disto, na Figura 2B, confere-se que o emprego da auxina AIA aumentou linearmente a emissão e o número de brotos jovens, nas estacas de seriguela, em 38 e 32%, nos tempos de imersão de 8 e 16 segundos. Assim, Santos et al. (2014) verificaram que estacas de *Erythrina velutina*, imersas por cinco segundos, em soluções de AIB de 6 g L⁻¹ estimulou 75% de novas brotações, contudo, para a seriguela a concentração que proporcionou melhores médias de NBJ foi de 10 g L⁻¹, correspondendo a 62 e 68% de brotações, nos mesmos períodos de imersão citados.

Ao aumentar o tempo de imersão para 24 segundos (Figura 2B) observa-se que o tratamento sem a ação do regulador de crescimento estimulou, cerca de 3 unidades de brotos por estaca, assemelhando-se a concentração máxima de AIA de 10 g L^{-1} , isto demonstra que as estacas sem qualquer tratamento com regulador de crescimento, mas com um período de imersão alto, apresentam as mesmas vantagens metodológicas, porém, com redução de custo para o processo de emissão de novos brotos. Tiberti et al. (2012) na propagação vegetativa de Boysenberry observaram que o tratamento controle estimulou 96% da emissão das brotações nas estacas, sendo 33% a mais em relação aos propágulos tratados com a concentração de 4 g L^{-1} de AIB, em um tempo de imersão de dez segundos. Contudo, observa-se que o ponto de mínima na espécie *Spondias purpurea* foi de 4 g L^{-1} (24s), entretanto, não se notou diferenças significativas de NBJ nas concentrações acima deste ponto, com relação a testemunha.

Concentrações elevadas do regulador de crescimento AIA, sob os tempos de imersão de 8 e 16 segundos influenciaram positivamente a formação de novos brotos, o que segundo Pacheco et al. (2008) essa produção de brotos é extremamente importante para a manutenção e desempenho das estacas, uma vez que a auxina produzida pelas folhas estimula o enraizamento e, conseqüentemente aumenta a sobrevivência do material vegetal, pois são fontes naturais de carboidrato necessários a planta. Conseqüentemente, isto foi observado na seriguela, no qual os maiores valores de NBJ, NRE e PSOB (Figuras 1A e C, 2B) foram obtidos na concentração máxima de 10 g L^{-1} , correlacionando assim o aumento nas brotações e no número de raízes com a sobrevivência das estacas.

Hartmann et al. (2011) afirmam que a presença de brotos e folhas nas estacas são importantes no estímulo ao enraizamento dos propágulos vegetativos, visto que auxina AIA é produzida de forma natural na parte aérea e posteriormente transportada para base das plantas, porém, as auxina não são os únicos cofatores de rizogênese, outras substâncias produzidas nas folhas e gemas fisiologicamente ativas auxiliam no processo de formação do sistema radicular, reafirmando assim a importância das brotações e das folhas no enraizamento da estacas.

Pela Figura 2C percebe-se efeito crescente de MFT, na concentração inicial a final, nos tempos de imersão de 8 e 24 segundos, o qual evidenciou aumento de 90 e 86% na massa fresca dos propágulos vegetativos, constando que a aplicação de AIA em altas concentrações, pode beneficiar a formação de brotos e raízes como observado nas Figuras 1C, 2A e B. Estes resultados são confirmados por Taiz & Zeiger (2009), o qual explicam que as regiões vegetativas das estacas produzem e concentram a maior parte da auxina, e isto pode induzir a formação de folhas e raízes no material vegetal, elevando assim os valores de massa fresca das estacas.

Em 16 segundos de imersão ao AIA (Figura 2C) verificou-se que após o ponto de mínima de 3 g L⁻¹ a MTF das estacas de seriguela aumentaram consideravelmente em 82%, demonstrando que o peso das raízes e dos brotos emitidos na espécie são influenciados pela elevação da auxina. Diante disto é possível associar a sobrevivência das estacas com a massa fresca adquirida, uma vez que a capacidade do material vegetal, em permanecer vivo no meio de propagação por mais tempo está associada, principalmente, com o tipo de estaca, composição dos tecidos e, com a presença de órgãos “fontes” como as folhas e brotos (SOUSA et al., 2014).

Contudo, o tempo de 24 segundos mostrou-se ser o melhor período de imersão para produção de massa fresca das estacas de seriguela, o qual correspondeu uma média de 27,5 mg de MFT, sendo superior em 46 e 13%, em relação em 8 e 16 segundos de imersão. Corroborando com estes resultados, Paulus et al. (2016) concluíram que a massa fresca da parte aérea e do sistema radicular de estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) foram superiores ao aumento das concentrações de 0 a 3 g L⁻¹ de AIB, sendo o incremento médio observado de 55 e 66%. Bettoni et al. (2014), ao testarem concentrações de 0 a 1,5 g L⁻¹ de AIB em estacas de porta-enxertos de videira, em imersão ao ácido por dez segundos, observaram que o aumento das concentrações de AIB promoveram crescimento linear na massa fresca das raízes, em 21%, ou seja 2 g, da concentração inicial a final.

Os resultados demonstram que propagação vegetativa de seriguela por estaquia e, com a auxina AIA foi uma alternativa viável e satisfatória, especialmente para as variáveis PSOB, NRE, NBJ e MFT, sob altas concentrações do fitorregulador. De acordo com Hartmann et al. (2011), as concentrações de soluções de reguladores de crescimento, para imersão rápida da base das estacas, variam entre 500 a 10.000 mg L⁻¹, sendo as concentrações mais elevadas, utilizadas em espécies lenhosas e, de difícil enraizamento, como é o caso do material vegetal do presente estudo, o qual obteve melhores resultados de enraizamento e brotações sob a concentração de 10 g L⁻¹. O incremento adquirido nessas variáveis é de suma importância para a sobrevivência e manutenção da planta, uma vez que tais caracteres podem conferir a espécie, maior adaptabilidade e desempenho satisfatório para futuros projetos de silvicultura clonal.

Os resultados obtidos fornecem contribuições relevantes para o desenvolvimento de futuras pesquisas relacionadas ao gênero *Spondias* e também as diferentes espécies frutíferas, além disso, vislumbrar novos protocolos que contemplem a propagação vegetativa com o uso de fitorreguladores, principalmente o AIA para plantios comerciais no Estado de Goiás.

CONCLUSÃO

A propagação vegetativa por estaquia na espécie *Spondias purpurea* (seriguela) foi satisfatória e eficaz para o enraizamento e surgimento de novas brotações nas estacas, na concentração de 10 g L⁻¹ de AIA, no tempo de 24 segundos de imersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTRA, G. B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D. M.; FOGAÇA, L. A.; PINTO, F.; BIASI, L. A. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolilbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 317-321, 2010.
- AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. D. S.; AVELINO, R. C.; SILVA JÚNIOR, J. V. D.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; CAVALCANTE, Í. H. L. Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 134-142, 2012.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M. D.; FONSECA, M. L.; MAGALHÃES, C. E. C.; LOPES, M. D. F. G.; LEMOS, T. L. G. D. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 581-586, 2009.
- AUGUSTO, P. ED; CRISTIANINI, M.; IBARZ, A. Effect of temperature on dynamic and steady-state shear rheological properties of seriguela (*Spondias purpurea* L.) pulp. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 2, p. 283-289, 2012.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A.; ALVES, A. S. R. Tipo de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação da lichieira. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.1, p.97-102, 2006
- 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-Ciência e Biotecnologia**, v. 14, n. 1, p. 47-56, 2014.
- CHAGAS-JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, L. A.; OLIVEIRA, A. N. Produção de ácido indolacético por rizóbios isolados de caupi. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 56, n. 6, p. 812-817, 2009.
- COUVILLON, G.A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulture: International Symposium on Vegetative Propagation of Woody Species**, 227: 187-196. 1988.
- EMPRAPA. Classificação Brasileira de Solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, 221 p, 2005.
- FELICIANA, A. M. C.; MORAIS, E. G.; REIS, É. S.; CORRÊA, R. M.; GONTIJO, A. S.; VAZ, G. H. B. Influência de auxinas e tamanho de estacas no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.). **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 10, n. 1, 2017.
- FERREIRA, A.; COSTA, J. D. P.; SOUSA, S., RIBEIRO, L.; COSTA, J. Comportamento higroscópico de polpa de seriguela atomizada utilizando diferentes agentes carreadores de secagem. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 3900-3907, 2015.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GALETI, N. C. S.; CICHELERO, W.; MUNHOZ, R. E. F.; ZONETTI, P. C. Estaquia de amoreiras submetidas a pré-tratamento com água e diferentes substratos orgânicos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.6, p.451-457, 2010.
- GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation: principles e practices**. Boston: Prentice Hall, 8. Ed, 915 p., 2011.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabaran KOOGMAN, São Paulo, Brasil. 446 p. 2012.
- LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutílico. **Revista Acta Amazonica**. vol. 38, p. 597 – 602, 2008.
- LIRA-JÚNIOR, J. S.; BEZERRA, J.; MOURA, R.; SANTOS, V. D. Repetibilidade da produção, número e peso de fruto em cirigueleira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 36, n. 1, p. 214-220, 2014.
- LORENZI, H. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarium de Estudos da Flora Ltda, p. 357, 2006.
- MARCHIORO, L. E. T. **Produção de ácido indol acético e derivados por bactérias fixadoras de nitrogênio**. 2005. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia. Parasitologia e Patologia, Setores de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Paraná.
- MAYER, L.; MENEGHINI, J.; FIOR, C. S.; FREITAS, E. M. Propagação de *Passiflora caerulea* L. por estaquia. **Iheringia. Série Botânica**, v. 72, n. 1, p. 5-8, 2017.
- MENEGUZZI, A.; NAVROSKI, M. C.; LOVATEL, Q. C.; MARCO, F. T.; OLIVEIRA PEREIRA, M.; TONETT, E. L. Ácido indolacético influencia no enraizamento de estacas de *Pittosporum tobira*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 1, p. 24-28, 2015.
- MERCIER, H. **Auxinas**. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p.182-210. Cap. 9.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L.(Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, v. 55, p. 1, 2015.
- MUNIZ, M. A.; BARBOSA, J. G.; OLIVEIRA, L. G.; PIMENTA, J. F. N. Fresh weight and doses of IAA on rooting of goldenrod cuttings. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 1, p. 27-32, 2015.

- NACATA, G.; ANDRADE, R. A. D.; JASPER, S. P.; PRATA, R. S. Propagation of three varieties of star fruit by herbaceous cutting. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 248-253, 2014.
- OLIVEIRA, Y.; ALCANTARA, G. B.; GUEDES, I., PINTO, F.; QUOIRIN, M.; BIASI, L. A. Substratos, concentrações de ácido indolbutírico e tipos de miniestacas no enraizamento de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 611-616, 2012.
- PACHECO, J.P.; FRANCO, E.T.H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1900-1906, 2008.
- PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; PAULUS, E. Influência do ácido indolbutírico na propagação vegetativa de alecrim. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, 2016.
- POVH, J. A.; ONO, E. O. Crescimento de plantas de *Salvia officinalis* sob ação de reguladores de crescimento vegetal. **Ciência Rural**, p. 2186-2190, 2008.
- SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 731-735, 2008.
- SANTOS, L. W.; COELHO, M. D. F.; DOMBROSKI, J. L.; AZEVEDO, R. A. Propagação vegetativa de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.–Fabaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, 2014.
- SOUSA, C.A.F.; SODEK L. The metabolic response of plants to oxygen deficiency. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Rio de Janeiro, BR. v.14, n.2, p.83-94, 2002.
- SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cajaraneira, ciriguelira, umbu-cajazeira e umbuzeiro. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.
- SOUSA, C.M., SANTOS, M.P., CARVALHO, B.M. Enraizamento de estacas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Científica**. 42: 68-73, 2014.
- SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indol butírico. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2008.
- SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; SEGATELLI, C. R.; AGUILA, J. S.; AGUILA, L. S. H.; MINAMI, K. Enraizamento de estacas de cambuí submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido indolbutírico. **UNIMAR CIÊNCIAS**, 18 (1-2), 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. In: **Fisiologia vegetal**. Artmed, 2009.
- TIBERTI, A. S.; PIO, R.; ASSIS, C. N.; SILVA, K. N.; TADEU, M. H. Propagação do 'Boysenberry' por estaquia e mergulhia. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 423-428, 2012.

TIMM, R. F. C., 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, 2015.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para as espécies *Spondias tuberosa* e *Spondias purpurea* o regulador de crescimento AIA em concentrações elevadas influenciou de forma positiva o enraizamento das estacas, auxiliando assim a propagação vegetativa das espécies em sistema fechado como em casa de vegetação.

Contudo mais estudos são necessários para a compreensão e utilização do ácido indolacético em escalas comerciais, uma vez que a propagação vegetativa de espécies do gênero *Spondias* é viável, porém em concentrações mais altas do fitorregulador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, G. B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D. M.; FOGAÇA, L. A.; PINTO, F.; BIASI, L. A. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolilbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 317-321, 2010.
- BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, v. 75, n. 5, p. 1437-1449, 1994.
- CASTRO, M. C.; LOPES, J. D.; TEIXEIRA, S. M. Municípios goianos: competitividade e concentração da fruticultura. **Instituto Mauro Borges de Estatística e Estudos Socioeconômicos (IMB). SEPLAN**. Conjuntura Econômica Goiana, nº 29, 2014. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/pub/conj/conj29/artigo_04.pdf. Acesso em: 02/03/2017.
- CEASA, Centrais de Abastecimento de Goiás S.A, Goiânia-GO. ANÁLISE CONJUNTURAL 2012, Nº 37. Disponível em: <http://www.ceasa.goias.gov.br/>. Acesso em: 02/03/2017.
- CENTELLAS, A. Q.; FORTES, G. R. L.; MÜLLER, N. T. G.; ZANOL, G. C.; FLORES, R.; GOTTINARI, R. A. Efeito de auxinas sintéticas no enraizamento in vitro da macieira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 181-186, fev. 1999.
- DIAS, P. C.; ATAÍDE, G. M.; XAVIER, A. Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **CERNE**, v. 21, n. 3, p. 379-386, 2015.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, 221 p, 2005.
- FRANZON, R. C.; GONÇALVES, D. S.; ANTUNES, C. L. E.; RASEIRA, B. M. C. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 32, n. 1, p. 262-267, 2010.
- LACERDA, J. S.; PEREIRA, W. E., DIAS; T. J.; FREIRE; J. L. O.; NETO, J. F. B.; COSTA, D. S.; OLIVEIRA, C. J. Avaliação do crescimento de porta enxertos de umbuzeiro. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 519-531, 2009.
- LIMA, A.; REZENDE, L.; CAMARA, F. A. A.; NUNES, G. Propagação de cajarana (*Spondias sp.*) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 15, n. 2, p. 33-38, 2002.
- MENEGUZZI, A.; NAVROSKI, M. C.; LOVATEL, Q. C.; MARCO, F. T.; OLIVEIRA PEREIRA, M.; TONETT, E. L. Ácido indolacético influencia no enraizamento de estacas de *Pittosporum tobira*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 1, p. 24-28, 2015.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, v. 55, p. 1, 2015.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (pohl) engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 991-999, July/Aug. 2013.

PAULA, L. A.; CONCEIÇÃO, A. B.; CORRÊA, L. S.; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 3, 2007.

PIO, R.; DALL'ORTO; F. A. C.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; CHAGAS, E. A.; SIGNORINI, G. Propagação do marmeleiro 'Japonês' por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 570-574, 2007.

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Ed. Gazeta grupo de comunicações, *Santa Cruz do Sul, RS* p. 8; 13; 17; 21; 28; 31, 2015. Disponível em:http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf. Acesso em: 01/03/2017.

SALISBURY, F. B.; ROOS, C.W. **Plant Physiology. Wadsworth, California**: 1991. cap.17, p.357-378.

SILVA, L. R. Caracterização físico de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras (*Spondias sp.*). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 2, p. 151-157, 2014.

SILVA, G. A.; BRITO, N. J. N.; SANTOS, E. C. G.; LÓPES, J. A.; ALMEIDA, M. G. Gênero *Spondias*: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 10, n. 1, 2014.

TOSTA, M. S; DE OLIVEIRA, C. V. F.; DE 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. 6Supl1, p. 2727-2740, 2012.

VERNIER, R. M.; CARDOSO, S. B. Influência do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v. 3, n. 2, p. 11-16, 2013.