



ARTIGO ORIGINAL

João Paulo Nobre de Almeida<sup>1\*</sup>  
Grazianny Andrade Leite<sup>2</sup>  
Vander Mendonça<sup>1</sup>  
Poliana Samara de Castro Freitas  
Cunha<sup>1</sup>  
Italo Gualberto Arrais<sup>1</sup>  
Mauro da Silva Tosta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de ciências vegetais, Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Departamento de Ciências Vegetais, BR 101 Sul, 5225, Ponte dos Carvalhos, 54510-000, Cabo de Santo Agostinho, PE, Brasil

\*Autor Correspondente:

E-mail: joaopaulonobre@yahoo.com.br

**PALAVRAS-CHAVE**

*Spondias* sp.  
Regulador de crescimento  
Estaquia

**KEYWORDS**

*Spondias* sp.  
Growth regulator  
Cuttings

## Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira

### *IBA concentration and substrate effects on rooting and vigor of woody cuttings of cajaraneira*

**RESUMO:** A propagação assexuada das *Spondias* pelo método de estaquia apresenta fortes limitações, não dispondo de tecnologias para a produção comercial de mudas, principalmente quanto ao uso de enraizadores e substratos que potencialize seu desenvolvimento. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas de cajaraneira sob doses de ácido indolbutírico (AIB) e em diferentes substratos. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 5$ , três substratos (comercial - tropstrato<sup>®</sup>; solo+esterco bovino [1v:1v]; esterco bovino+esterco de galinha [1v:1v]) e com cinco concentrações de AIB (0, 600, 1.200, 1.800 e 2.400 mg L<sup>-1</sup>), usando quatro repetições e 10 estacas por unidade experimental. Aos 115 dias após a montagem do experimento, foram avaliados: número de folhas, de folíolos, de brotos e de raízes; comprimento do broto, das folhas e da raiz; diâmetro do broto; número e comprimento de raízes; porcentagens de estacas calejadas, estacas vivas, estacas brotadas com raiz e estacas brotadas; massa seca das folhas (g), dos brotos (g), das raízes (g) e total (g). Diante dos resultados, observou-se que o regulador de crescimento (AIB) não influenciou o enraizamento de estacas lenhosas de cajaraneira e que o substrato comercial tropstrato<sup>®</sup> proporcionou maior enraizamento de estacas, seguido do substrato solo+esterco bovino (1v:1v). O substrato esterco bovino+esterco de galinha (1v:1v) mostrou-se inadequado para a produção de mudas de cajaraneira propagadas por estaquia.

**ABSTRACT:** Asexual propagation of *Spondias* by cuttings has strong limitations and technologies for commercial production of seedlings are missing, especially for rooting the plants and in relation to substrates to potentiate development. Therefore, the objective of this study was to evaluate the rooting of cajaraneira cuttings under different concentrations of indolbutyric acid (IBA) and using different substrates. The experiment was set up as a randomized block design, in a  $3 \times 5$  factorial scheme with three substrates (commercial - tropstrato<sup>®</sup>; soil + cattle manure [1v: 1v]; cattle manure + chicken manure [1v: 1v]) and five IBA concentrations (0, 600, 1.200, 1.800 and 2.400 mg L<sup>-1</sup>), using four replications and 10 cuttings per replication. At 115 days after setting up the experiment, the following variables were evaluated: number of leaves, leaflets, shoots and roots; length of shoots, leaves and roots; bud diameter; number and length of roots; percentages of callused cuttings, live cuttings, sprouting roots and sprouting; dry weight of leaves (g), shoots (g), roots (g), and whole plant (g). The results showed that the growth regulator (IBA) did not affect the rooting of hardwood cuttings of cajaraneira and the tropstrato<sup>®</sup> commercial substrate promoted greater rooting, followed by soil + cattle manure (1v: 1v). The substrate cattle manure + chicken manure (1v: 1v) was inadequate to the production of cajaraneira seedlings propagated by cuttings.

Recebido: 10 maio 2015

Aceito: 09 mar. 2017

## 1 Introdução

A cajaraneira (*Spondias* sp.), pertencente à família Anacardiaceae, é típica da região Nordeste do Brasil, tendo uma grande importância econômica na produção industrial de sucos e polpas (Lira Junior et al., 2005). A espécie apresenta um crescimento rápido e oferece grandes vantagens para o polígono das secas do Nordeste, pois não tem muita exigência com relação a suprimento hídrico para produzir.

A produção de mudas do gênero *Spondias* para a implantação de pomares deve ser feita por via vegetativa: por estaquia ou enxertia. Todavia, os conhecimentos existentes sobre a estaquia são, ainda, insuficientes para a recomendação de técnicas eficazes para um sistema de produção de mudas em escala comercial.

A estaquia é a técnica de propagação vegetativa mais rápida e mais fácil para execução, sendo muito utilizada nas espécies que apresentam maior facilidade para a formação de raízes adventícias. Entretanto, as técnicas de estaquia empregadas têm proporcionado baixas percentagens de enraizamento e demora na formação de mudas de *Spondias* (Souza & Costa, 2010). Um dos métodos determinantes para o sucesso no enraizamento de estacas de espécies frutíferas é a determinação da concentração do regulador vegetal associada ao uso de substratos favoráveis para um bom crescimento da muda.

A propagação de espécies de difícil enraizamento pode ser superada se fornecidas condições ótimas para o enraizamento, em especial, os reguladores vegetais. A auxina é o regulador vegetal mais utilizado na promoção do enraizamento em estacas, sendo estas responsáveis pela divisão, alongamento celular e formação de raízes adventícias em estacas (Taiz & Zeiger, 2009). O ácido indolbutírico (AIB) é, provavelmente, a principal auxina sintética de uso geral porque não é tóxica para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações (Lone et al., 2010), e apresenta resultados bastante variáveis conforme a espécie, tipo de estaca, época do ano, concentração, modo de aplicação, condições ambientais, entre outros fatores (Oinam et al., 2011).

O substrato ideal para o enraizamento depende da espécie, do tipo de estaca, da época, do sistema de propagação, do custo e da disponibilidade de seus componentes (Le Bellec et al., 2006). O substrato, como insumo básico, serve de suporte físico que permite a retenção de água, o arejamento e agregação do sistema radicular, além de disponibilizar recursos, como nutrientes essenciais, boa capacidade de troca catiônica, ausência de agentes patogênicos, pH próximo da neutralidade e baixa salinidade (Farias et al., 2012). Usados como fonte de nutrientes e agentes melhoradores físicos do ambiente radicular, os esterco são os principais materiais orgânicos

utilizados na constituição dos substratos para a produção de mudas (Oliveira et al., 2015).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas de cajaraneira (*Spondias* sp.) sob concentrações de ácido indolbutírico e diferentes substratos.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, com tela de 50% de sombreamento, localizada na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), na cidade de Mossoró/RN (5°11' de latitude sul, 37°20' de longitude W. Gr., com 18 m de altitude, precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco) (Silva et al., 2004) no período de agosto a dezembro de 2013.

As estacas lenhosas foram coletadas, nas primeiras horas do dia, de plantas adultas com bom desenvolvimento vegetativo, estando ao término do repouso vegetativo da planta, ou seja, desfolhadas e com gemas intumescidas, oriundas do campus da UFERSA. As estacas foram padronizadas com 15 cm de tamanho, com diâmetro médio entre 7 e 9 mm, sendo armazenadas imersas em água, para retardar a desidratação e oxidação dos tecidos no local do corte.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados completos, em esquema fatorial 3 × 5, três substratos (comercial - tropstrato; solo + esterco bovino [1v:1v]; esterco bovino + esterco de galinha [1v:1v]) e com cinco concentrações de AIB (0, 600, 1200, 1800 e 2400 mg L<sup>-1</sup>), usando quatro repetições e 10 estacas por unidade experimental.

Depois do término da coleta, as estacas foram imersas em soluções de AIB a 5 cm de profundidade durante 5 segundos, sendo posteriormente plantadas nos substratos em bandejas de plástico de 50 células, com volume de 94 mm<sup>3</sup> por célula. As concentrações do ácido indolbutírico foram preparadas conforme recomendado por Fachinello et al. (2005) e as análises químicas dos substratos foram realizadas no laboratório de solos e nutrição de plantas da UFERSA (Tabela 1). O substrato comercial tropstrato é composto de superfosfato simples, nitrato de potássio, turfa, vermiculita e casca de pinus.

Para a formação de um microclima, revestiu-se cada estaca com um saco plástico transparente (5 × 19 cm), que foi retirado quando elas começaram a emitir brotações. Foram feitas irrigações diárias por nebulização intermitente, durante todo o experimento.

Aos 115 dias após a estaquia, período em que as estacas são transplantadas no campo, foram determinadas as variáveis: número de folhas, folíolos, brotos e de raízes (unidade/estaca), pela metodologia da contagem; comprimento do broto, das folhas e da raiz (cm) com auxílio de régua graduada; diâmetro do broto

**Tabela 1.** Caracterização química dos substratos da amostra utilizados para o enraizamento de estacas de *Spondias* sp. Mossoró, RN, 2015.

**Table 1.** Chemical characterization of the sample substrates used for the rooting of cuttings *Spondias* sp. Mossoró, RN, 2015.

Substratos	Ca	Mg	Al	Al + H	N	P	K	Na	MO	pH	CE
	----- Cmolc/dm <sup>3</sup> -----				----- mg/dm <sup>3</sup> -----			---- g/kg ----		H <sub>2</sub> O	dS/m
Tropstrato®	5,83	0,4	0	1,353	0,7	2,807	6,203	7,698	18,637	6,21	0,115
Esterco bovino+ esterco de galinha	2,31	0,92	0	1,518	0,35	3,678	8,125	8,654	15,438	6,25	0,068
Solo+esterco bovino	4,11	1,27	0	4,70	0,7	6,76	4,19	7,36	10,13	6,33	0,18

(mm), utilizando um paquímetro digital; a porcentagem (%) de estacas caejadas, vivas e brotadas com raiz. Determinou-se também a massa seca das folhas (g), dos brotos (g), das raízes (g) e total (g) com o somatório de todas as variáveis de massa seca, obtidas a partir da lavagem dos materiais colocados em sacos de papel e levados à estufa a 65 °C até peso constante, sendo posteriormente retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca em gramas.

Antes de submetê-los à análise de variância, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk; os significativos pelo teste W ( $p < 0,05$ ) foram transformados em  $“(y+0,5)^{1/2}”$ . Em seguida, foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ): as médias qualitativas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), enquanto, as quantitativas, através de equação de regressão, cujos parâmetros foram significativos pelo teste t ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas através do *software* SISVAR (Ferreira, 2008).

### 3 Resultados e Discussão

A utilização das doses de AIB, associado com os substratos, promoveu um efeito significativo ( $p < 0,05$ ), pelo teste F, somente para o número de brotos. Ao observar o efeito dos níveis de AIB e substratos isoladamente, é verificado um efeito significativo para o comprimento do broto ( $p < 0,01$ ). Quanto aos diferentes tipos de substratos, foi verificado um efeito significativo para todas as variáveis analisadas pelo teste de Scott-Knott.

O aumento das dosagens de AIB não promoveu efeito significativo quando foram utilizados os substratos com solo+esterco bovino e esterco bovino+esterco de galinha (Figura 1A), tendo como valores médios 1,58 e 1,23 brotos estaca<sup>-1</sup>, respectivamente; entretanto, ao utilizar o tropstrato®, foi observado um detrimento com o aumento das dosagens de AIB, em que, para cada aumento unitário do AIB, foi observada uma redução de 0,01% do número de brotos, sendo, na ausência de AIB, observada a maior média (1,82 brotos estaca<sup>-1</sup>). Entre os substratos, o solo+esterco bovino e tropstrato® promoveram o maior número de brotos e não diferiram entre si, pelo teste Scott-Knott, quando foram utilizadas as dosagens de

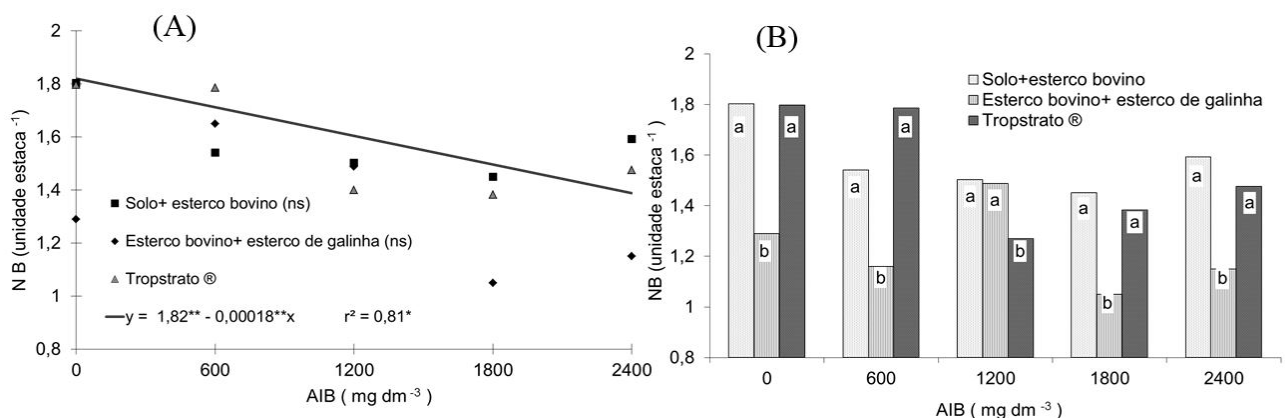
0, 600, 1.800 e 2400 mg L<sup>-1</sup> de AIB, mas diferiram estatisticamente do substrato esterco bovino+esterco de galinha (Figura 1B).

Apesar do efeito significativo da interação substrato e AIB, verificou-se um número reduzido de brotações com a aplicação exógena do hormônio, possivelmente devido à utilização das reservas presentes nas estacas. A emissão de brotos em estacas nem sempre indica sucesso no processo de propagação por estaquia. É comum ocorrer, na propagação por estaquia das espécies frutíferas, a emissão do broto antes da emissão do sistema radicular, o que não é desejável, pois torna as estacas susceptíveis ao ressecamento por perda de água e prejudica a formação de raízes adventícias (Bastos et al., 2006).

O solo+esterco bovino e o tropstrato® na dose de 1200 mg L<sup>-1</sup> provavelmente foram eficientes no aumento do número de brotações em função da maior quantidade de Ca<sup>2+</sup> presente nesses substratos (Tabela 1), o que garantiu um desenvolvimento inicial adequado, uma vez que este elemento é o principal responsável pela rigidez das paredes celulares, conferindo às plântulas tecidos mais resistentes (Taiz & Zeiger, 2009). O menor desempenho do substrato composto por esterco bovino+esterco de galinha, está relacionado principalmente à baixa concentração de nitrogênio, a qual diminuiu a produção de novas células e tecidos. Além do mais, o substrato composto por esterco bovino+esterco de galinha apresenta dificuldades de aeração, comprometendo o desenvolvimento de mudas menos vigorosas, em função da baixa oferta de oxigênio nos espaços porosos do substrato (Nascimento, 2012).

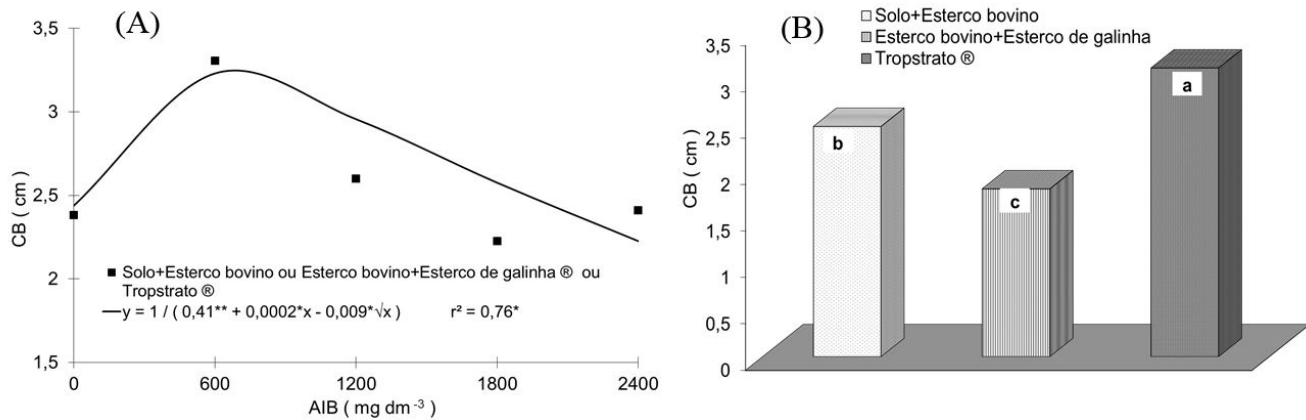
Em contrapartida, com o aumento das dosagens de AIB, independentemente do substrato utilizado, foi observado um incremento para o comprimento do broto até a dosagem estimada de 528,95 mg L<sup>-1</sup>, tendo um valor de 3,25 cm; a partir desta dosagem ocorreu uma redução desta variável (Figura 2A).

O substrato tropstrato® promoveu o maior valor do comprimento do broto (3,11 cm) e diferiu estatisticamente dos demais substratos utilizados (Figura 2B); o substrato composto de esterco bovino+esterco de galinha promoveu o menor valor (1,81 cm). É possível observar que o substrato tropstrato®, em sua composição química (Tabela 1), apresentou o maior conteúdo de matéria orgânica, o que estimulou o crescimento do



**Figura 1.** Número de brotos (NB) de estacas de cajareira sob doses de ácido indolbutírico-AIB (A) e diferentes substratos (B). Mossoró, RN, 2015. Na Figura (B), colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Figure 1.** Number of sprouts (NB) of cajareira cuttings in IBA-indolebutyric acid levels (A) and different substrates (B). Mossoró, RN, 2015. In Figure (B), columns followed by the same letter do not differ by the Scott-Knott test ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Comprimento do broto (CB) de estacas de cajareira sob doses de ácido indolbutírico-AIB (A) e em diferentes substratos (B). Mossoró, RN, 2015. Na Figura (B), colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Figure 2.** Bud length (CB) of cajareira cuttings in IBA-indolebutyric acid levels (A) and different substrates (B). Mossoró, RN, 2015. In Figure (B), columns followed by the same letter do not differ by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ).

broto. Negreiros et al. (2004) descrevem que a matéria orgânica melhora a textura do substrato e isso propicia boas condições físicas e fornece os nutrientes necessários ao desenvolvimento das raízes e da muda.

Além do alto conteúdo de matéria orgânica no substrato tropstrato®, a presença da vermiculita em sua mistura deve ter ajudado a condicionar um meio físico favorável ao crescimento dos brotos, tendo em vista que apenas este substrato continha tal material em sua composição, em comparação com os demais substratos do presente estudo. As principais vantagens do uso da vermiculita são a facilidade de obtenção, uma vez que é um substrato comercial, além das características fitossanitárias e físicas, como boa retenção de umidade e porosidade que este material confere (Zietemann & Roberto, 2007).

A utilização das dosagens de AIB não promoveram respostas para o número de folhas, folíolos, comprimento da folha e diâmetro do broto. Sabendo que diferentes teores hormonais são capazes de levar à mudança de indução foliar e diferenciação celular, Lima et al. (2002) não verificaram efeitos das doses de AIB (0, 500, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>) sobre a produção de folhas em estacas de cajareira (*Spondias* sp.) e seriguela (*Spondias purpurea*). Para a cajazeira, não ocorreu efeito significativo dos reguladores de crescimento no diâmetro das brotações desta espécie (Souza & Lima, 2005).

Os substratos com solo+esterco bovino seguidos do tropstrato® promoveram um maior número de folhas (Figura 3A), folíolos (Figura 3B) e comprimento da folha (Figura 3C). Para o diâmetro do broto (Figura 3D), apenas o substrato tropstrato® promoveu um maior incremento. Pio et al. (2005), testando diferentes substratos no enraizamento de estacas de figueiras, observaram que o maior número de folhas foi detectado quando se utilizaram os substratos solo+esterco bovino (1:1 v/v) e tropstrato®, resultados estes semelhantes aos obtidos neste trabalho. Esta diferença pode estar relacionada com o maior teor de cálcio e nitrogênio presente nestes substratos, sendo o nitrogênio responsável pela elevação da ocorrência foliar.

A utilização de dosagens de AIB não promoveu resposta para o comprimento e número de raízes, porcentagem de estacas vivas e estacas calejadas. O resultado com a aplicação de AIB

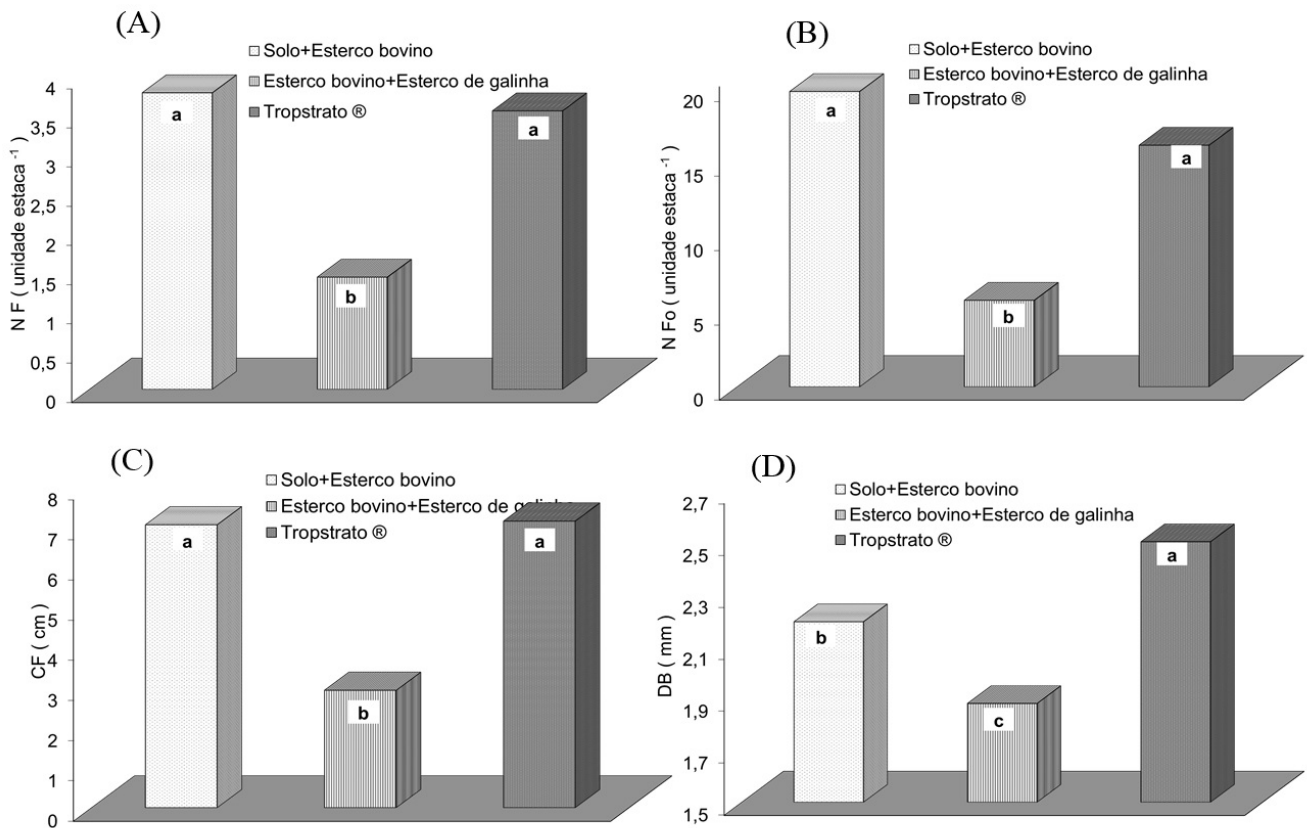
tem sido bastante variável em função da espécie, das cultivares, da dosagem utilizada, do tempo de imersão das estacas e da idade dos ramos. Lima et al. (2002) não verificaram efeito da aplicação de AIB sobre o comprimento do sistema radicular de cajareira (*Spondias* sp.) e ciriguela (*Spondias purpurea*). Resultados diferentes foram obtidos por Tosta et al. (2012), observando que, em estacas de cajareira, o comprimento do sistema radicular aumentou até 1295,2 ppm de AIB.

Quanto ao enraizamento, Gomes et al. (2005) também não verificaram efeito significativo das doses de AIB na formação de raízes de umbu-cajazeira. O difícil enraizamento de algumas espécies pode ser justificado pelo fato de as estacas não possuírem quantidades suficientes de cofatores de enraizamento necessários (Herrera et al., 2004).

Em geral, as estacas de cajareira apresentaram bom percentual de brotação, embora as concentrações de AIB não tenham influenciado esta variável, fato que nem sempre indica que a estaca irá sobreviver, já que a sobrevivência depende da emissão do sistema radicular.

A utilização dos substratos tropstrato® e solo+esterco bovino proporcionou um maior incremento para as variáveis número de raiz (Figura 4A), comprimento das raízes (Figura 4B), porcentagem de estaca viva (Figura 4C) e calejada (Figura 4D), diferindo estatisticamente do substrato esterco bovino+esterco de galinha que apresentou as menores médias. Já os maiores números de estacas brotadas com raiz (Figura 4E) e estacas só brotadas (Figura 4A) foram promovidos pelo substrato tropstrato®, que diferiu estatisticamente dos demais substratos utilizados.

Em geral, os substratos tropstrato® e solo+esterco bovino favoreceram os melhores resultados, principalmente quanto ao maior comprimento das raízes. A formação de raízes maiores permite às plântulas explorarem melhor o volume de substrato disponibilizado, possibilitando maior absorção de água e nutrientes (Souza et al., 2013). Um bom substrato deve proporcionar retenção de água suficiente, para prevenir a dessecação da base da estaca, e deve manter uma quantidade adequada de espaço poroso, para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável para a iniciação e o desenvolvimento



**Figura 3.** Número de folhas-NF (A), folíolos-NFO (B), comprimento da folha-CF (C) e diâmetro do broto-DB (D) de estacas de cajaneira em função dos diferentes substratos Mossoró, RN, 2015. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Figure 3.** Number of leaf-NF (A), leaflets-NFO (B), length of the sheet-CF (C) and diameter of the shoot-DB (D) of cajaneira cuttings depending on the different substrates. Mossoró, RN, 2015. Columns followed by the same letter do not differ by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ).

das raízes (Fachinello et al., 2005). Além de servir de suporte para as plantas, os substratos devem exercer as funções básicas de fornecer nutrientes essenciais para emissão de raízes e brotações em estacas.

No presente trabalho, a porosidade do substrato solo+esterco bovino e do tropstrato® com a presença da vermiculita em sua composição, possivelmente, tenha favorecido a drenagem do excesso de água e aumentado a sobrevivência das estacas no sistema de irrigação por nebulização. A superioridade do esterco pode estar relacionada à retenção de água, uma vez que a mistura do esterco de curral curtido à areia e ao arisco pode ter proporcionado uma adequada retenção de umidade e porosidade, facilitando a aeração (Paiva et al., 2011). A vermiculita que está presente no tropstrato® apresenta alta capacidade para retenção de água e baixa densidade (Caldeira et al., 2013).

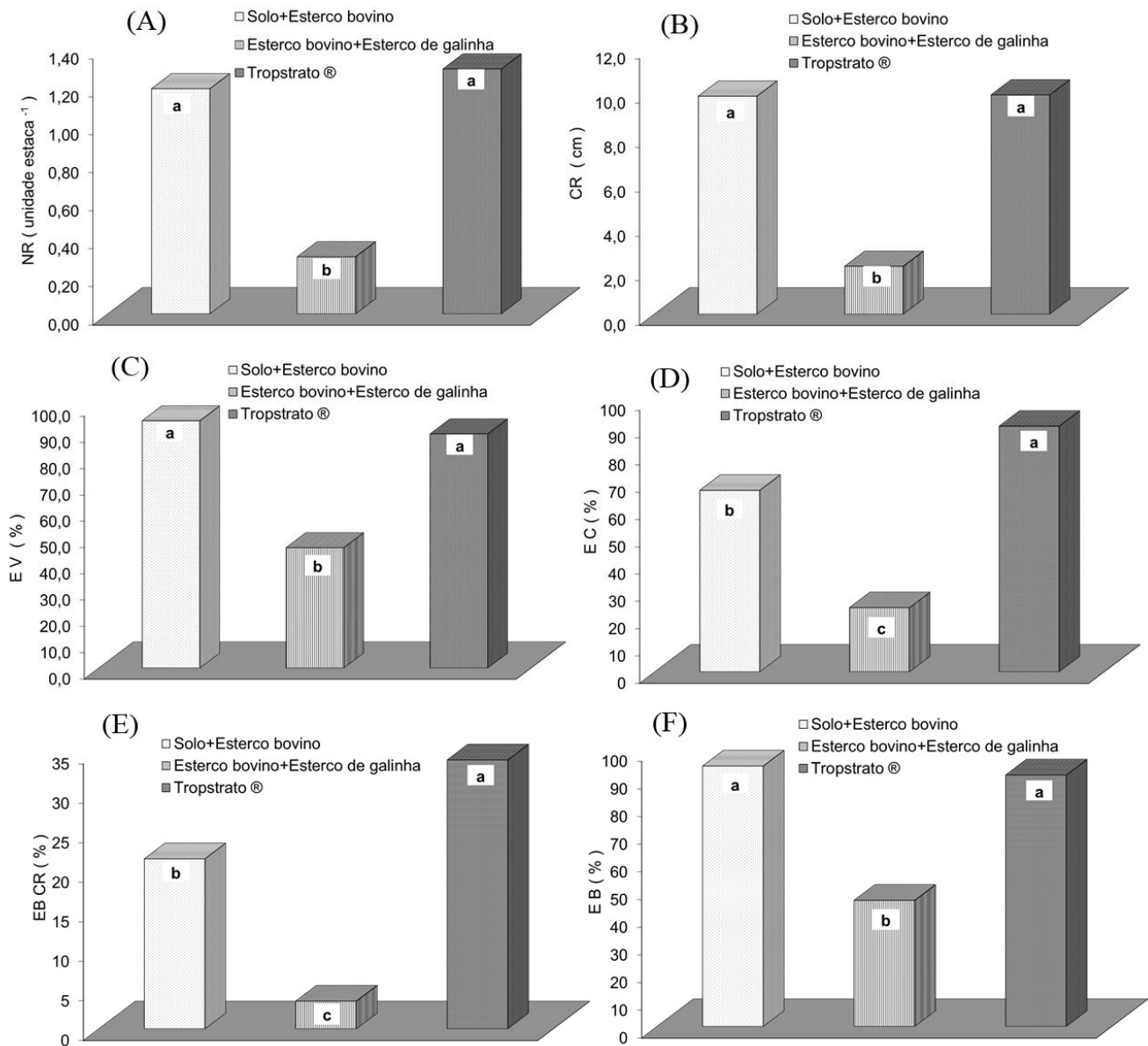
O baixo desempenho do substrato esterco bovino+esterco de galinha no número de raízes, comprimento das raízes, porcentagem de estacas vivas e calejadas, números de estacas brotadas com raiz e estacas só brotadas possivelmente está relacionado com a sua composição química (Tabela 1), principalmente com o excesso de sódio, o qual limita a disponibilidade de nutrientes provocando um menor desenvolvimento das plantas. O excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução

generalizada do crescimento das plantas, afetando também a translocação e a síntese de hormônios das raízes para a parte aérea (Cavalcante et al., 2010).

Não foi observada significância estatística com as dosagens de AIB para as variáveis de biomassa seca. Entretanto, para os substratos utilizados, o solo+esterco bovino e tropstrato® promoveram os maiores valores da massa seca da folha (Figura 5C) e massa seca do broto (Figura 5D). Apenas o substrato solo+esterco bovino incrementou um acúmulo da biomassa seca da raiz (Figura 5A) e massa seca total (Figura 5B).

Resultados semelhantes foram obtidos por Paula et al. (2007) em estudos realizados com umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L), nos quais não houve influência das diferentes doses de AIB testadas sobre o acúmulo de massa seca das raízes. Resultados diferentes foram obtidos por Tosta et al. (2012) em estudos realizados com cajaneira (*Spondias* sp.), em que o aumento das concentrações de AIB promoveu um incremento na massa seca das folhas e do broto.

Os resultados aqui apresentados mostram que a utilização de AIB, diluído em água, em estacas de cajaneira não influenciaram as variáveis analisadas, exceto o número de brotos. Isso pode estar relacionado a diversos fatores, dentre eles, ao grau de lignificação da estaca, à concentração do regulador de crescimento e ao próprio potencial genético da espécie para



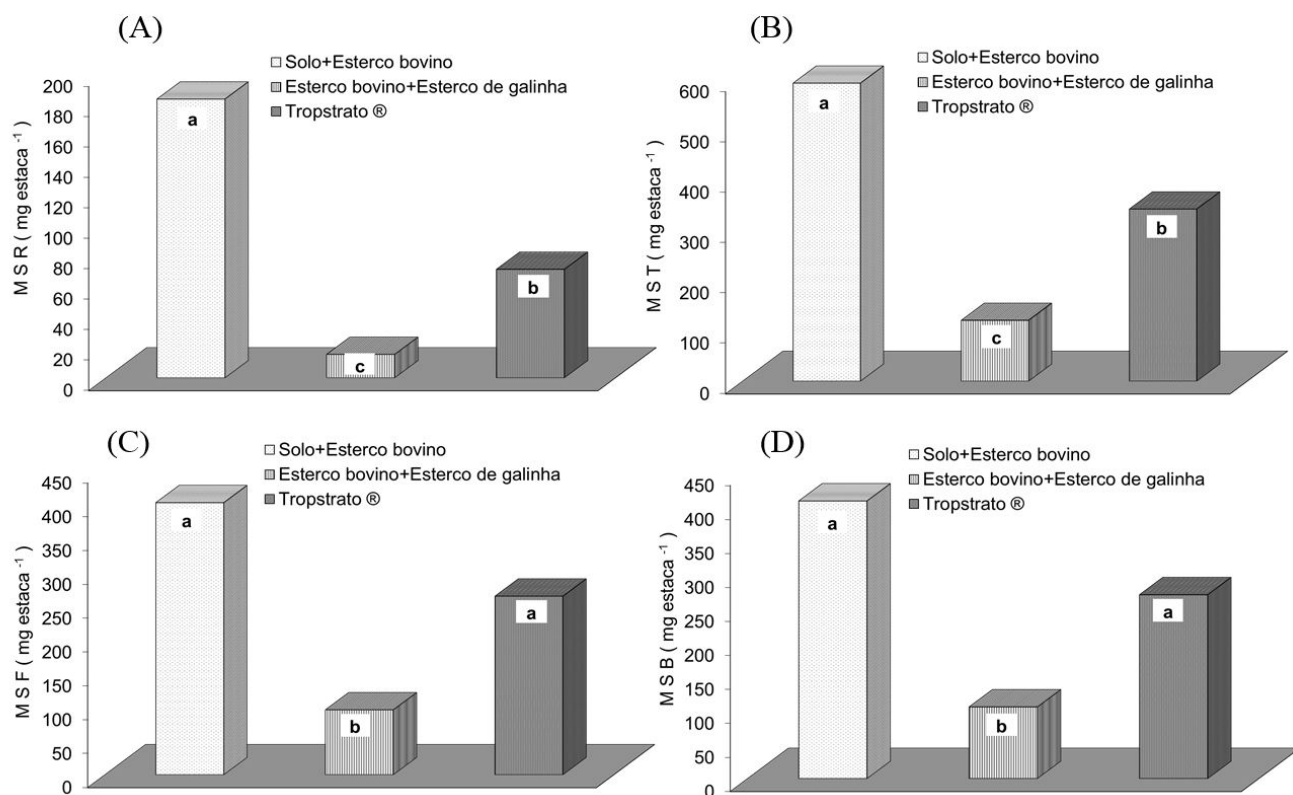
**Figura 4.** Número de raiz-NR (A), comprimento de raiz-CR (B), porcentagem de estaca viva-EV (C), porcentagem de estacas calejadas-EC (D), porcentagem de estacas brotadas com raiz-EB CR (E) e estaca brotada-EB (F) de cajaneira em função dos diferentes substratos. Mossoró, RN, 2015. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Figure 4.** Number of root-NR (A), root-CR length (B), percentage of live-EV stake (C), percentage of calloused-EC stake (D), sprouting percentage with root-EB CR (E) cutting budded-EB (F) cajaneira depending on the different substrates. Mossoró, RN, 2015. Columns followed by the same letter do not differ by the Scott-Knott test ( $p < 0,05$ ).

formação de raízes adventícias. Outro fator de importância é a liberação de compostos fenólicos que provocam oxidação dos tecidos. Segundo Fachinello et al. (2005), em algumas espécies, como as pertencentes à família das Anacardiaceae, ocorre oxidação de compostos fenólicos no local onde é feito o corte na estaca. Essa oxidação é observada pelo escurecimento do tecido e dificulta a formação de raízes, tendo ocorrido em grande intensidade na base das estacas de cajaneira, no presente trabalho.

Dentre os diferentes substratos utilizados, o solo+estercos bovino e o tropstrato® induziram maior número de folhas, folíolos, brotos e raízes; comprimento das folhas e raiz; estacas vivas,

brotadas e estacas brotadas com raiz. Além disso, o tropstrato® proporcionou maiores valores de diâmetro e comprimento do broto, estacas calejadas e estacas brotadas com raiz, fazendo este substrato se destacar perante os demais. Isso se deve, em parte, por esse material ser composto por material humificado oriundo de compostagem, contendo estercos de curral, pinus e vermiculita, a qual mantém uma proporção adequada entre a disponibilidade hídrica e aeração, possibilitando um ambiente ideal para o desenvolvimento das raízes. O substrato estercos bovino+estercos de galinha inferiu os menores valores para as variáveis analisadas, tornando-o inadequado para a produção de mudas de cajaneira propagadas por estaquia.



**Figura 5.** Massa seca da raiz-MSR (A), massa seca total-MST (B), massa seca das folhas-MSF (C) e Massa seca dos brotos-MSB (D) de cajaneira em função dos diferentes substratos. Mossoró, RN, 2015. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Figure 5.** Dry mass of root-MSR (A), total dry matter-MST (B), dry mass of leaves, MSF (C) and dry mass of shoots-MSB (D) of cajaneira depending on the different substrates. Mossoró, RN, 2015. Columns followed by the same letter do not differ by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ).

## 4 Conclusões

O regulador de crescimento, ácido indolbutírico (AIB), não influencia o enraizamento de estacas lenhosas de cajaneira.

O substrato comercial tropstrato® proporciona maior enraizamento de estacas de cajaneira, seguido da proporção solo+estercos bovino (1v:1v).

O substrato estercos bovino+estercos de galinha (1v:1v) torna-se inadequado para a produção de mudas de cajaneira propagadas por estaquia.

## Referências

- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya vermelha por estaquia. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000600009>.
- CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000200002>.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. *Semina*:

*Ciências Agrárias*, v. 31, n. 1, p. 1281-1290, 2010. Suplemento 1. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1281>.

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

FARIAS, W. C.; OLIVEIRA, L. L. P.; OLIVEIRA, T. A.; DANTAS, L. L. G. R. D.; SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para a produção de mudas. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 8, n. 3, p. 1-6, 2012. Disponível em: <<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA/article/viewFile/187/pdf>>. Acesso em: 10 maio 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v. 6, p. 36-41, 2008. Disponível em: <[http://www.fadminas.org.br/symposium/12\\_edicoes/artigo\\_5.pdf](http://www.fadminas.org.br/symposium/12_edicoes/artigo_5.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2015.

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

HERRERA, T. I.; ONO, E. O.; LEAL, F. P. Efeitos de auxina e boro no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.). *Biotemas*, v. 17, n. 1, p. 65-77, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/23268/21002>>. Acesso em: 10 maio 2015.

- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006. <http://dx.doi.org/10.1051/fruits:2006021>.
- LIMA, A. K. C.; REZENDE, L. P.; CAMARA, F. A. A.; NUNES, G. H. S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e ciriguela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, v. 15, n. 2, p. 33-38, 2002.
- LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). *Revista Ciência de Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000400021>.
- LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. S.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. *Ciência Rural*, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000800008>.
- NASCIMENTO, I. L. *Armazenamento de sementes e produção de mudas de quixabeira (Bumelia obtusifolium Roem et Schult. var excelsa (DC) Mig)*. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- NEGREIROS, J. R. S.; BRAGA, L. R.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H. Influência de substratos na formação de porta-enxerto de gravioleira (*Anna muricata* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 3, p. 530-536, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000300007>.
- 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*, v. 1, n. 2, p. 78-90, 2011.
- OLIVEIRA, F. S.; FARIAS, O. R.; NOBRE, R. G.; FERREIRA, I. B.; FIGUEREDO, L. C.; OLIVEIRA, F. S. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' com diferentes doses de esterco ovino. *Revista Ciência Agrária*, v. 58, n. 1, p. 52-57, 2015. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1731>.
- PAIVA, E. P.; MAIA, S. S. S.; CUNHA, C. S. M.; COELHO, M. F. B.; SILVA, F. N. Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). *Revista Caatinga*, v. 24, n. 4, p. 62-67, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2083/pdf>>. Acesso em: 10 maio 2015.
- PAULA, L. A.; BOLIANI, A. C.; 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, p. 411-414, 2007. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v29i3.468>.
- PIO, R.; ARAÚJO, J. P. C.; BASTOS, D. C.; ALVES, A. S. R.; ENTELMANN, F. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas da desbrota. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 3, p. 604-609, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000300014>.
- SILVA, P. S. L.; MASQUITA, S. S. X.; ANTÔNIO, R. P.; SILVA, P. I. B. Efeitos do número e época de capinas sobre o rendimento de grãos do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 3, n. 2, p. 204-213, 2004. Disponível em: <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/103/104>>. Acesso em: 10 maio 2015.
- SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; CALADO, T. B.; SOBREIRA, A. M. Produção de mudas de alface Babá de Verão com substratos à base de esterco ovino. *Revista Caatinga*, v. 26, n. 4, p. 63-68, 2013.
- SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. *Produção de mudas das spondias cajazeira, cajaraneira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro*. Fortaleza: Embrapa/CNPAT, 2010. 26 p. (Embrapa-CNPAT Documentos, 133).
- SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195317396011>>. Acesso em: 10 maio 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 722 p.
- TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, C. V. F.; FREITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 1, p. 2727-2740, 2012. Suplemento 1. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2727>.
- ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. paluma e século XXI. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 1, p. 031-036, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100009>.

**Contribuição dos autores:** Todos os autores ajudaram na fase experimental e na escrita científica.

**Fonte de financiamento:** CNPq/CAPES.

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.