

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CURSO SUPERIOR DE AGRONOMIA**

**DANIEL ZUIM ÁVILA**

**SUBSTRATOS E ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) NO ENRAIZAMENTO DE  
ESTACAS DE SIRIGUELA (*Sporandias purpurea*)**

**Santa Teresa**

**2023**

**DANIEL ZUIM ÁVILA**

**SUBSTRATOS E ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) NO ENRAIZAMENTO DE  
ESTACAS DE SIRIGUELA (*Sporandias purpurea*)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenadoria do Curso de  
Agronomia do Instituto Federal do  
Espírito, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Graduação em  
Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Marcus Vinicius  
Sandoval Paixão

Santa Teresa

2023

## FICHA CATALOGRÁFICA

(Biblioteca Major Bley do Instituto Federal do Espírito Santo)

A958s Ávila, Daniel Zuim.

Substratos e ácido indol butírico (AIB) no enraizamento de estacas de siriguela (*Sporandias purpurea*) / Daniel Zuim Ávila. – 2023.

25f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dsc. Marcus Vinícius Sandoval Paixão

Monografia (graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Agronomia. Santa Teresa, 2023.

Inclui bibliografias.

1. Plantas – Propagação por estaquia. 2. Hormônios. 3. Mudas. I. Paixão, Marcus Vinícius Sandoval. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

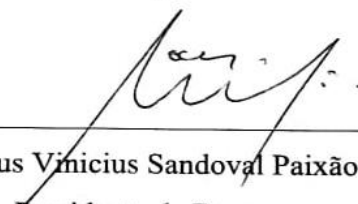
CDD 23 – 631.535


**DANIEL ZUIM ÁVILA**

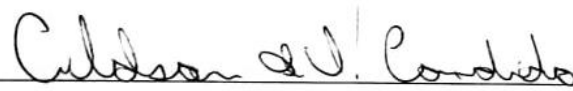
**SUBSTRATOS E ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) NO ENRAIZAMENTO DE  
ESTACAS DE SIRIGUELA (*Sporandias purpurea*)**

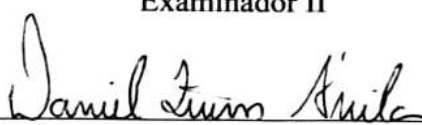
Trabalho de Conclusão de curso apresentado  
à Coordenadoria do curso de Agronomia do  
Instituto Federal do Espírito Santo, como  
requisito parcial para obtenção de título de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 29 de Junho de 2023

  
\_\_\_\_\_  
Marcus Vinicius Sandoval Paixão  
Presidente da Banca

  
\_\_\_\_\_  
Rômulo Augusto Cotta Dângelo  
Examinador I

  
\_\_\_\_\_  
Aildson de Oliveira Candido  
Examinador II

  
\_\_\_\_\_  
Daniel Zuim Ávila  
Candidato

## RESUMO

Com origem na América Central a siriguela (*Spondias purpurea*), é uma das culturas que predomina o cerrado brasileiro, principalmente nas regiões norte e nordeste do país. Uma fruta com pouca visibilidade, porém com grande valor de mercado encontrada principalmente na forma *in natura*. Sua propagação se dá principalmente por estaquias, e para isso, são utilizados indutores de crescimento para o melhor pegamento das mudas. Objetivou-se avaliar o substrato e a melhor concentração de ácido indol butírico (AIB) que promova o melhor enraizamento e desenvolvimento em estacas de siriguela. O trabalho foi conduzido em duas etapas, onde na primeira foi avaliado o enraizamento e desenvolvimento de estacas nos substratos; terra; terra + palha de café; terra + esterco bovino; terra + humus. Na segunda etapa, foi avaliado o enraizamento e desenvolvimento das estacas com diferentes concentrações de AIB, sendo eles; 0,000 mg.kg<sup>-1</sup>, 1000 mg.kg<sup>-1</sup>, 2000 mg.kg<sup>-1</sup>, 3000 mg.kg<sup>-1</sup>, 4000 mg.kg<sup>-1</sup>. O delineamento adotado foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, com 10 estacas por tratamento, sendo ele realizado com o melhor substrato. Após 90 dias do início da emergência, foram avaliadas as seguintes variáveis: sobrevivência de estacas; número de folhas; comprimento do maior broto; comprimento da raiz; massa verde das folhas; massa verde da raiz; massa seca das folhas e massa seca da raiz. Com os resultados, as plantas obtiveram melhor enraizamento com o uso do substrato terra + esterco bovino associado a dosagem de 1000 mg.kg<sup>-1</sup>, gerando resultado mais favoráveis.

**Palavra-chave:** Propagação. Hormônios. Mudaz.

## ABSTRACT

Originated in Central America, siriguela (*Spondias purpúrea*) is the predominating crop at the Brazilian cerrado, mainly in the north and northeast regions of the country. A fruit with little visibility but with great market value found mainly in its natural form. For the propagation of the Siriguela, it's mainly used a technic called cuttings, which is also controlled with growth inducers used for a improved seedlings. Was aimed to evaluate the substrate and the better concentration of indol butyric acid IBA that promote greater rooting, and development of Siriguela cuttings. The work was treated in two stages, where the first one was to evaluate the rooting of cuttings with substrates; garden soil; bovine manure + garden soil; humus + garden soil; and coffee straw + sand. The second study was to evaluate rooting with different concentrations of IBA, namely; 0,000 mg.kg<sup>-1</sup>, 1000 mg.kg<sup>-1</sup>, 2000 mg.kg<sup>-1</sup>, 3000 mg.kg<sup>-1</sup>, 4000 mg.kg<sup>-1</sup>. The adopted design was in finished blocks (DBC), with four replications, with 10 cuttings per treatment. After 90 days of emergency, the following variables were evaluated; pile survival; number of sheets; length of the largest shoot; root length; sheets green mass; root green mass; root dry mass and sheets dry mass. With the results, the plants obtained better rooting with the use of garden soil + bovine manure associated with 1000 mg.kg<sup>-1</sup>, generating a more satisfactory result.

**Key words:** Propagation. Hormones. Seedlings.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	8
<b>3 REVISAO DE LITERARURA .....</b>	<b>9</b>
3.1 ORIGEM .....	9
3.2 TAXONOMIA E SISTEMÁTICA.....	9
3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL .....	10
3.4 PROPAGAÇÃO .....	10
3.5 SUBSTRATOS.....	11
3.6 AUXINAS .....	12
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCURSSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque no ramo da fruticultura mundial, perdendo apenas para China e Índia. Diversas culturas vêm ganhando espaço, mas uma específica e pouco comentada quem vem se destacando é a siriguela, uma fruta de origem da América Central. É uma fruta tropical no qual recebe algumas denominações, como ceriguela, ciriguela, entre outras. Pertencente à família das anacardiáceas, o gênero *Spondias*, possui grande valor de mercado por ser uma fruta saborosa, encontrada principalmente na forma *in natura* ou como polpa, se destacando em âmbito nacional principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. (NERIS, et al., 2017).

A siriguela possui características peculiares à alta perecibilidade durante a pós-colheita, sendo susceptível ao amolecimento e podendo ter seu sabor alterado (NOGUEIRA; GAMA, 2014). Sua propagação, assim como a maioria das frutas tropicais, ocorre pelos métodos sexuais e assexuais, porém, algumas seriguelas não produzem grãos de pólen férteis e nem sementes variáveis. (BASTOS, 2010.)

Visando a propagação vegetativa e criando uma maneira mais eficaz com relação aos plantios comerciais, outros métodos de propagação vêm sendo desenvolvidos de forma a melhorar a técnica e proporcionar mudas o mais similar possível com a planta mãe, acelerando a pega da produção de mudas (TOSTA et al., 2012).

A propagação por estaquia é o método mais indicado para as frutíferas, permitindo maior número de mudas por ramo e conseqüentemente diminuindo o tempo de produção dessas espécies (MENEGUZZI et al., 2015). Em contrapartida, quando a planta tem baixa ramificação devido a condições não favoráveis do meio, a utilização de reguladores vegetais torna-se uma alternativa a ser discutida e colocada em prática, visando aumentar o enraizamento nas espécies que possuem dificuldade de propagação. (ALCANTARA et al., 2010). O uso de reguladores de crescimento é indicado para enraizamento de espécies propagadas por estaquia, sendo o ácido indol butírico (AIB) a principal auxina sintética de uso geral por não ser tóxica para a maioria das plantas. (LONE et al., 2010).

Quando aplicadas em concentrações corretas, as auxinas desempenham um importante papel no que diz respeito ao enraizamento de mudas. (KOYAMA et al., 2014). As auxinas são hormônios de suma importância na propagação de espécies vegetais no qual apresentam dificuldades em emitir raízes, sendo assim, contribui significativamente acelerando o



enraizamento melhorando o vigor da planta, a aplicação desse fitorregulador compensa a falta do nível endógeno de auxina (FELICIANA et al., 2017).

Outra forma de melhorar o enraizamento de mudas é a utilização de substratos, um insumo básico que serve de suporte físico no qual 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).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar o substrato e dose de AIB que proporcionam melhores condições de enraizamento e desenvolvimento em estacas de siriguela.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar o melhor substrato para a sobrevivência de estacas de siriguela;
- Avaliar o melhor substrato para o desenvolvimento de estacas de siriguela;
- Avaliar a melhor dose de AIB para o enraizamento de estacas de siriguela.

### 3 REVISAO DE LITERARURA

#### 3.1 ORIGEM

A siriguela (*Spondias purpúrea*), é originária da América Central e amplamente presente em regiões de clima tropical, como o nordeste brasileiro. É um fruto da família Anacardiaceae, assim como a manga (*Mangifera indica* L), o cajá (*Spondias spp.*) e o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) (JAIRI et al., 2022).

Trata-se de uma das espécies mais cultivadas do gênero *Spondias*, que produz frutos pequenos e avermelhados, com a polpa aromática de sabor agridoce (PINHEIRO, 1993). A fruta é denominada mais popularmente como “siriguela”, mas também é conhecida por outros nomes em outras áreas e regiões, sendo denominada de ameixa-da-Espanha, cajá vermelho, joicote, ciruela mexicana, entre outras denominações (SANTOS et al., 2008).

#### 3.2 TAXONOMIA E SISTEMÁTICA

A siriguela é uma árvore frutífera com porte médio/pequeno, sua frutificação começa no início da primavera e se estende até o fim do verão. A fruta apresenta casca fina, cor alaranjada à avermelhada, e caroço relativamente grande, tendo proporções variadas dependendo da referência, além de apresentar a polpa amarelada (GOMES, et al, 2002).

As *Spondias purpurea* L. possuem sempre o seu tronco arranjado de forma cilíndrica e com diversas ramificações podendo chegar a um diâmetro que pode variar entre 26 a 82 cm, tendo a cor cinza como a cor predominante (MARTINS et. al, 2003). As suas folhas podem seguir uma configuração de folhas compostas imparipinadas ou alternas com margem arredondada (SANCHES et al., 2018). As flores são pequenas, hermafroditas, de cor rosa, vermelha ou roxa reunidas em panículas. Quando termina o inverno, com a árvore totalmente sem folhas, surgem as flores ocupando parte da extensão de seus galhos (VITÓRIA, 2008).

O fruto é uma drupa de casca fina, brilhante e cor alaranjada a vermelha. Sua polpa é amarela, aromática, ácida, doce e succulenta, com uma semente grande, do tamanho de uma azeitona. Os frutos são também atrativos para a fauna silvestre (GOMES et al., 2002).

### 3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL

No Brasil, notadamente no Nordeste, a siriguela têm considerável importância social e econômica, fato comprovado pela crescente comercialização de seus frutos e produtos processados em mercados, supermercados e restaurantes da região. Essa fruta também é usada no preparo de bebidas fermentadas (chicha), vinhos e bebidas geladas e no Nordeste brasileiro a siriguela é muito apreciada como “tira-gosto” após a ingestão de certas bebidas alcoólicas (SOUZA, 2001). Assim como a cajaraneira, a cirigueleira, a umbugueleira e a umbu-cajazeira, pois produzem frutos de boa aparência, qualidade nutritiva, aroma e sabor agradáveis, os quais são muito apreciados para o consumo como fruta fresca ou na forma processada como polpa, sucos, doces, néctares, picolés e sorvetes. (GONDIM et al., 2013).

Há alguns anos, descobriu-se que o extrato das folhas e dos ramos da cajazeira continham taninos elágicos com propriedades medicinais para o controle de bactérias gram negativas e positivas, do vírus do herpes simples e do herpes doloroso (SOARES et al., 2000); inclusive já existem produtos à base do extrato das folhas e dos ramos da cajazeira, industrializados e comercializados na cidade de Fortaleza - CE, para combate à herpes labial (HANSEN et al., 2011). Despertando o interesse pelos estudos da sirigueleira também neste aspecto medicinal.

Além de ser uma fruta que possui inúmeras propriedades medicinais que ajudam o corpo a se manter saudável, ser um excelente diurético natural para quem apresenta problemas de retenção de líquidos, e conseguir fortalecer o sistema imunológico, a siriguela vem ganhando principalmente a importância econômica, devido às indústrias de sucos e bebidas, e desenvolvimento de tecnologias que auxiliam no manejo pós-colheita e também tem sido muito utilizada contra diversas doenças e sintomas como diabetes, colesterol e diarreia (GIACOMETTI, 1993).

### 3.4 PROPAGAÇÃO

A árvore da sirigueleira pode se reproduzir tanto sexualmente como também assexuadamente por meio de estacas. A siriguela geralmente prefere climas quentes e uma altitude de setecentos metros acima do nível do mar. Embora cresça sem qualquer problema em solos planos,

profundos e úmidos, prefere solos rochosos e argilosos, pois isso favorece a perda precoce de suas folhas, levando à floração e frutificação (ALVES et al., 2003).

No método assexuado, usam-se partes da planta para se obter descendentes com as mesmas características da planta-mãe, ou seja, verdadeiros clones. Com a transferência da carga genética da planta-mãe para as plantas-filhas, é possível manter as qualidades, garantindo a boa produtividade (FILGUEIRAS, 2001).

Dois fatores são importantes para o enraizamento de estacas de siriguela: os tipos de substratos e as auxinas.

### 3.5 SUBSTRATOS

A escolha do substrato ideal deve ser feita em função da espécie a ser trabalhada, do tipo de estaca, da época e do custo (LE BELLEC et al., 2006). O substrato, além de fornecer a planta sustentação, também tem grande importância no fornecimento de nutrientes, infiltração de água e sua condutividade hidráulica.

Gonçalves et al. (2014), relatam que o substrato é um dos responsáveis por manterem características desejáveis as mudas, no qual existe uma variedade muito grande, onde cada espécie pode reagir de forma diferente a determinado substrato.

Oliveira et al. (2008), testando a influência de diferentes composições de substrato na produção de mudas de diferentes espécies, puderam verificar resultados diferentes na altura e no diâmetro de caule para as diferentes formulações de substrato testadas, de acordo com a espécie.

Um dos componentes fundamentais dos substratos é a matéria orgânica, sendo ela responsável por aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes, para as mudas, além da redução da densidade aparente e global do solo, aumentando a porosidade do substrato (CALDEIRA et al., 2008).

### 3.6 AUXINAS

Taiz & Zeiger (2013), descrevem que a propagação de espécies de difícil enraizamento pode ser superada quando são fornecidas condições ótimas para o enraizamento, em especial, os reguladores vegetais.

Segundo Miranda et al., (2004) a utilização de reguladores vegetais tem por finalidade: Induzir o processo rizogênico; aumentar a porcentagem de estacas que formam raízes; aumentar o número e qualidade das raízes formadas; e A uniformidade no enraizamento;

Dentre os reguladores de crescimento, destacam-se as auxinas, fitorreguladores que atuam diretamente na formação de raízes adventícias, na ativação das células do câmbio e promovem o crescimento das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Geralmente, quanto maior a relação auxina/citocinina maior a formação de raízes, enquanto o contrário facilita a formação de ramos (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Dentre as várias auxinas sintéticas, as mais utilizadas para o enraizamento de propágulos vegetativos são o ácido indolbutírico (AIB) (FACHINELLO et al., 2005).

Dentro do grupo das auxinas, um dos reguladores de crescimento utilizado até o momento é o ácido indol-3-butírico (AIB), que apresenta como principal função estimular a iniciação radicular, promovendo o aumento na percentagem de raízes, atuando na uniformidade do enraizamento e possibilitando a redução do tempo de permanência das estacas na fase de produção de mudas de várias espécies vegetais (FACHINELLO et al., 2005; DUTRA et al., 2012; SMARSI et al., 2008).

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), além disso, o AIB é bastante efetivo para um grande número de espécie, apresenta resultados que variam de acordo com o tipo de estaca, a concentração e a época do ano.

Aplicações exógenas de auxinas proporcionam maior percentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (HARTMAN et al. 2011).

De acordo com a concentração e o tempo de exposição, a auxina tem o potencial de inibir ou de estimular o crescimento e a posterior diferenciação dos tecidos, havendo um nível ótimo para estas respostas fisiológicas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de produção de mudas do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), em casa de vegetação, telada, coberta por tela de poliolefina com 50% de sombreamento, pé direito de 2,3 metros, no período de 10 de fevereiro a 10 de junho de 2023. O campus está localizado na mesorregião Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa-ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19°56'12" S e 40°35'28" W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (ALVARES et al., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (INCAPER, 2011).

O delineamento adotado para as duas etapas foi em de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições. Nos experimentos, foram utilizados propágulos através de estacas herbáceas de siriguela, coletadas no sítio Boa Esperança, na Barra do Rio Perdido, no município de Santa Teresa ES. Foram selecionados e coletados ramos jovens não-lignificados de aproximadamente 25 cm de comprimento, 2 a 3 cm de diâmetro, seccionados em bisel. O experimento foi conduzido em duas etapas, sendo primeiramente avaliado o enraizamento de estacas de siriguela em diferentes substratos. Os substratos utilizados foram: terra; terra + palha de café; terra + esterco bovino e terra + húmus. Com exceção da testemunha (terra), as misturas dos demais tratamentos foram na proporção de 3:1, respectivamente.

Na segunda etapa, foram testadas diferentes concentrações de AIB, utilizando-se o substrato que proporciona a melhor taxa de sobrevivência das estacas. As concentrações de AIB testadas foram: 0,0 mg.kg<sup>-1</sup>, 1000 mg.kg<sup>-1</sup>, 2000 mg. kg<sup>-1</sup>, 3000 mg. kg<sup>-1</sup>, 4000 mg.kg<sup>-1</sup>. A mistura do AIB foi realizada em talco neutro para aplicação dos tratamentos com as diferentes doses de hormônio e a base da estaca que continha o corte em bisel foi imersa na água para facilitar a aderência do mesmo. Posteriormente, as estacas foram transplantadas em tubetes com capacidade de 280 mL.

Após 90 dias do estaqueamento, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Sobrevivência das estacas (SOB): Contagem de mudas enraizadas, em relação ao total de mudas estaqueadas, obtendo-se a porcentagem (%) de mudas sobreviventes.



- Número de folhas (NF): Contagem manual e individual de cada muda, obtendo-se um número inteiro de folhas e brotos.
- Comprimento do maior broto (CB): Medição com trena fixa em superfície plana, medindo-se do coleto até o ápice do broto.
- Comprimento da raiz (CR): Medição com trena fixa em superfície plana, medindo-se do coleto até o ápice do broto.
- Massa verde das folhas (MVF): Obtenção da massa, logo após sua retirada dos tubetes, em balança de precisão, obtendo valores em gramas.
- Massa verde da raiz (MVR): Obtenção da massa, logo após sua retirada dos tubetes, em balança de precisão, obtendo valores em gramas.
- Massa seca das folhas (MSF): Obtenção da massa, após a secagem em estufa a 70°C por 72 horas.
- Massa seca da raiz (MSR): Obtenção da massa, após a secagem em estufa a 70°C por 72 horas.

Após a coleta dos dados experimentais, os valores foram submetidos à análise de variância, atendendo às pressuposições do modelo pelo teste Shapiro-Wilk e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e por análise de regressão para os tratamentos quantitativos. Foi utilizado o software R para análises estatísticas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estacas que foram cultivadas com terra e submetidas a nenhuma opção de matéria orgânica apresentaram resultados inferiores, o que pressupõem que a adição de matéria orgânica se torna um potencializador no desenvolvimento de mudas de siriguela (Tabela 1). O tratamento terra + esterco bovino proporcionou as melhores condições de sobrevivência para as estacas de siriguela, chegando a 80%, 2,6 vezes mais sobrevivência em relação a testemunha (terra), superior estatisticamente a todos os tratamentos.

De Almeida et. al. (2017), estudando diferentes substratos no enraizamento de cajaraneira, observou que o substrato solo + esterco bovino induziram maior número de folhas, brotos e raízes, comprimento das folhas e raiz; estacas vivas, e estacas brotadas com raiz, fazendo este substrato se destacar perante os demais.

O substrato terra + palha de café resultou em um bom desenvolvimento da parte aérea das mudas de siriguela. Os parâmetros de comprimento de broto (CB), massa verde das folhas (MVF) e massa seca das folhas (MSF), foram superiores e diferentes estatisticamente em relação ao tratamento terra + esterco bovino, apesar deste último ter proporcionado melhor sobrevivência. Porém, tal sobrevivência está diretamente relacionada com a autonomia desta estaca a partir de seu enraizamento e pegamento, favorecido pelo tratamento terra + esterco bovino, justificado por seus parâmetros de massa verde de raiz (MVF) e massa seca de raiz (MSR) que são superiores estatisticamente em relação ao tratamento terra + palha de café. Apesar destes dois melhores tratamentos apresentarem um comprimento de raiz equivalente estatisticamente, a terra + esterco bovino confere maior rendimento em massa verde e massa seca de raízes.

Corroborando com esta pesquisa, Lisboa et. al. (2018), concluíram que o uso do esterco bovino, na proporção de 21% a 28%, proporcionou melhoria nas características químicas dos substratos, contribuindo tanto para o aumento no crescimento, quanto para a qualidade das mudas de Ipê Rosa (*Handroanthus heptaphyllus*).

Tabela 1 – Sobrevivência e desenvolvimento de estacas de siriguela em diferentes substratos.

Tratamentos	SOB	CB	NF	CR	MVF	MVR	MSF	MSR
Terra	30 d	4,1 b	47,3 c	6,8 b	1,890 b	0,413 b	0,420 b	0,056 c
Terra+Palha de cafe	70 b	10,4 a	263,3 a	10,8 a	15,433 a	1,350 b	3,356 a	0,165 b
Terra+Esterco bovino	80 a	9,1 ab	110,6 b	10,6 a	3,886 b	1,470 a	0,653 b	0,199 a
Terra+humus	40 c	0,7 c	32 d	2,3 c	0,189 c	0,086 c	0,041 c	0,012 d

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

SOB = Sobrevivência das estacas (%); CB= Comprimento do broto (cm); NF= número de folhas; CR= Comprimento da raiz (cm); MVF= Massa verde das folhas ( $g.pl^{-1}$ ); MVR= Massa verde das raízes ( $g.pl^{-1}$ ); MSF= Massa seca das folhas ( $g.pl^{-1}$ ); MSR= massa seca das raízes ( $g.pl^{-1}$ ).

Fonte: O autor (2023)

O tratamento terra + esterco bovino proporcionou a maior taxa de sobrevivência dentre os testados e foi submetido a avaliação das diferentes doses de AIB, conforme Tabela 2.

De forma geral, grande parte das estacas que foram imergidas com AIB apresentaram melhores valores para os parâmetros avaliados (Tabela 2).

Os parâmetros comprimento de raiz (CR), massa verde de folhas (MVF), massa verde de raiz (MVR), massa seca de folhas (MSF) e massa seca de raízes (MSR), não apresentaram resultados diferentes estatisticamente em função as diferentes doses de AIB.

Estes resultados confirmam que o aumento da concentração de auxinas aplicadas em estacas, estimula a indução de raízes até um ponto máximo, a partir do qual qualquer acréscimo do nível de auxina se torna inibitório (FREITAS et al., 2015).

Todas as doses de auxina melhoraram o desenvolvimento das mudas, mostrando a importância do esterco boi associado ao AIB. Desta forma, com o uso deste substrato e com a dosagem de  $1000\text{ mg.kg}^{-1}$  obtivemos resultados relevantes, não necessitando aumento da dosagem desta auxina (Tabela 2).

Tabela 2 – Desenvolvimento de estacas de siriguela submetidas a diferentes dosagens de AIB no substrato terra + esterco boi

Tratamentos	SOB	CB	NF	CR	MVF	MVR	MSF	MSR
0,0	80 b	3,1 b	110,6 c	10,6 a	3,886 b	0,470 b	0,653 b	0,090 b
1000 mg.kg <sup>-1</sup>	90 a	10,8 a	241,3 b	15,5 a	19,466 a	1,316 a	4,223 a	0,153 a
2000 mg.kg <sup>-1</sup>	50 c	11,5 a	298,6 a	22,5 a	22,420 a	2,590 a	4,403 a	0,410 a
3000 mg.kg <sup>-1</sup>	50 c	12,0 a	289,3 a	18,8 a	19,963 a	1,573 a	4,346 a	0,323 a
4000 mg.kg <sup>-1</sup>	40 d	10,6 a	288,3 a	17,5 a	28,613 a	1,693 a	6,176 a	0,203 a

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

SOB = Sobrevivência das estacas (%); CB= Comprimento do broto (cm); NF= número de folhas; CR= Comprimento da raiz (cm); MVF= Massa verde das folhas (g.pl<sup>-1</sup>); MVR= Massa verde das raízes (g.pl<sup>-1</sup>); MSF= Massa seca das folhas (g.pl<sup>-1</sup>); MSR= massa seca das raízes (g.pl<sup>-1</sup>).

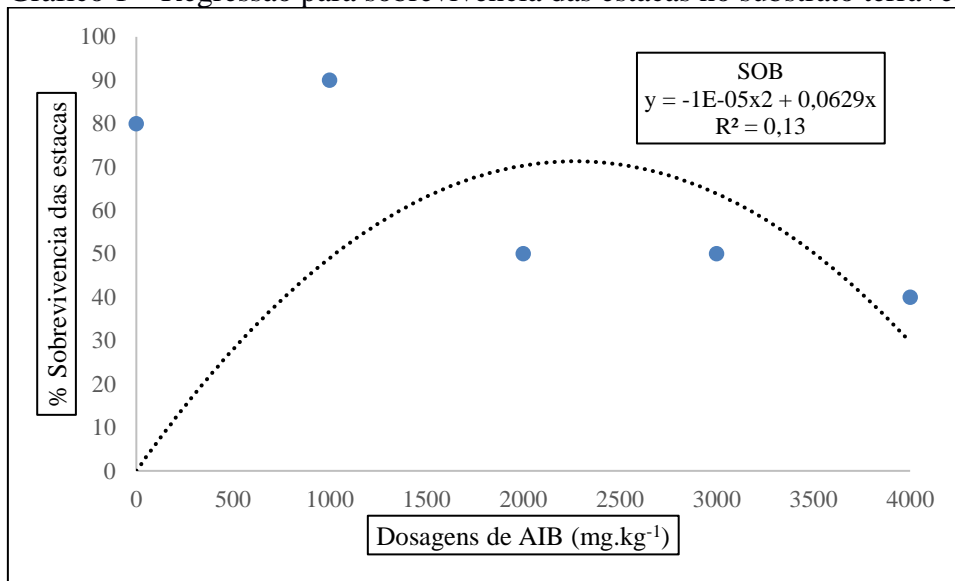
Fonte: O autor (2023)

Nos Gráficos 1 a 5, observa-se as regressões com comportamento quadrático para os parâmetros estudados, obtendo-se através da linha de tendencia, as supostas melhores dosagens de AIB, para cada parâmetro estudado.

De acordo com a concentração e o tempo de exposição, a auxina tem o potencial de inibir ou de estimular o crescimento e a posterior diferenciação dos tecidos, havendo um nível ótimo para estas respostas fisiológicas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Fato que pode ser observado pelo comportamento da curva de tendencia nos Gráficos de 1 a 5 a seguir, correspondentes aos diferentes parâmetros, no qual seu ponto máximo não acontece sob a maior dose de AIB testada. Podendo as doses de auxina serem ajustadas em função da cultura e do resultado esperado a campo, neste caso o enraizamento e desenvolvimento.

Embora a maior taxa de sobrevivência fora conseguida com a dosagem de 1000 mg.kg<sup>-1</sup> dentre os tratamentos avaliados, ao analisar a curva de tendencia gerada pela análise de regressão para a sobrevivência de estacas no substrato terra + esterco bovino, esta apresenta o ápice a um valor superior a 1000 mg.kg<sup>-1</sup> e inferior a 2000 mg.kg<sup>-1</sup> (Gráfico 1).

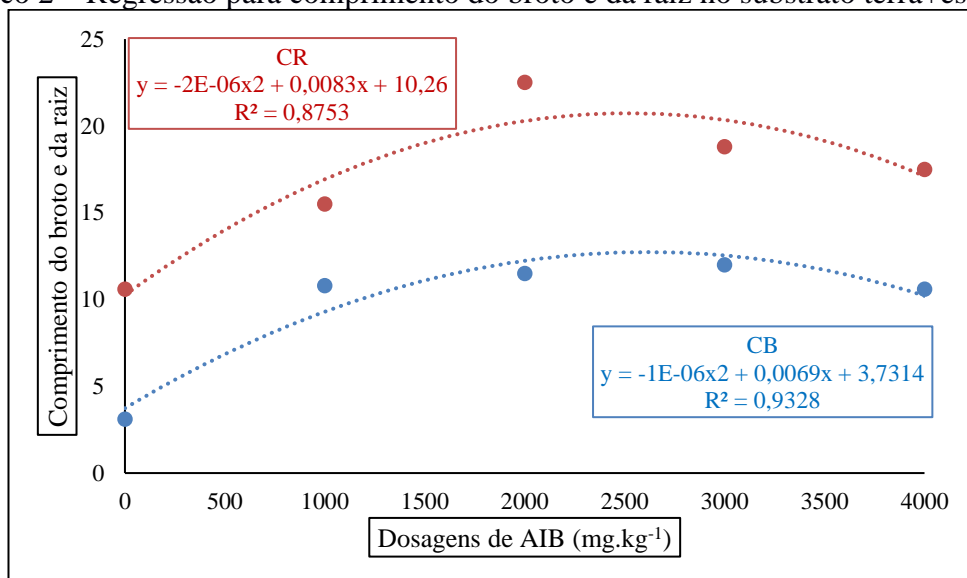
Gráfico 1 – Regressão para sobrevivência das estacas no substrato terra+esterco boi



Fonte: O autor (2023)

Os comprimentos de broto e raiz são expressos no gráfico 2 abaixo. O ajuste do modelo quadrático aos comprimentos das variáveis foi satisfatório, apresentado com coeficientes de determinação 87,53% e 93,28% para broto e raiz, respectivamente.

Gráfico 2 – Regressão para comprimento do broto e da raiz no substrato terra+esterco boi



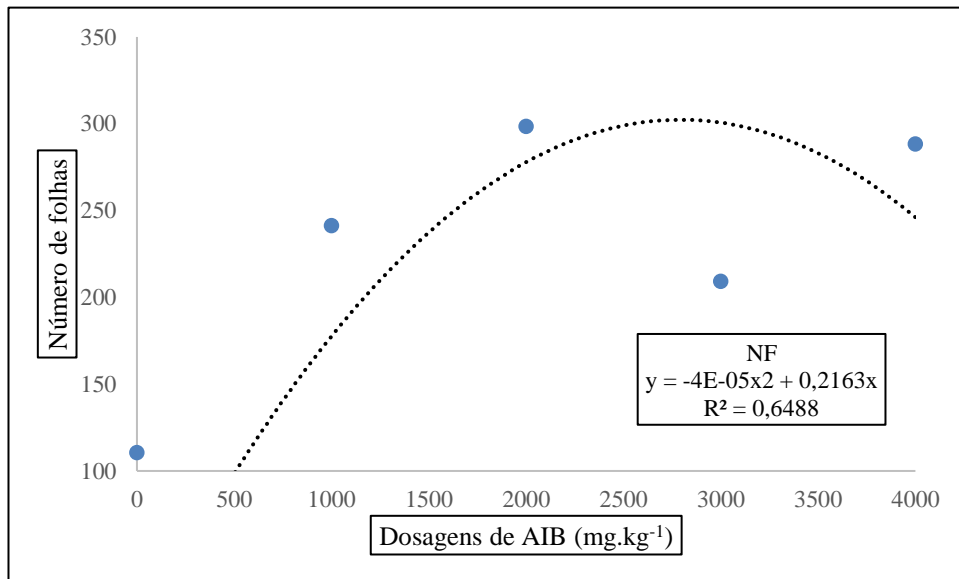
Fonte: O autor (2023)

O número de folhas das estacas cultivadas com o substrato terra+esterco de boi com diferentes doses de AIB estão expressos com coeficiente de determinação de 64,88%. Nota-se que o

número de folha não apresentou diferenças estatísticas para as dosagens superiores a 1000 mg.kg<sup>-1</sup>, (Gráfico 3).

A área foliar de mudas possui grande relevância, pois após as estacas usarem grande parte de suas reservas para emissão de brotos e raízes, é necessário que o processo fotossintético seja suficiente para suprir as demandas energéticas de crescimento dos diferentes tecidos vegetais.

Gráfico 3 – Regressão para número de folhas no substrato terra+esterco boi



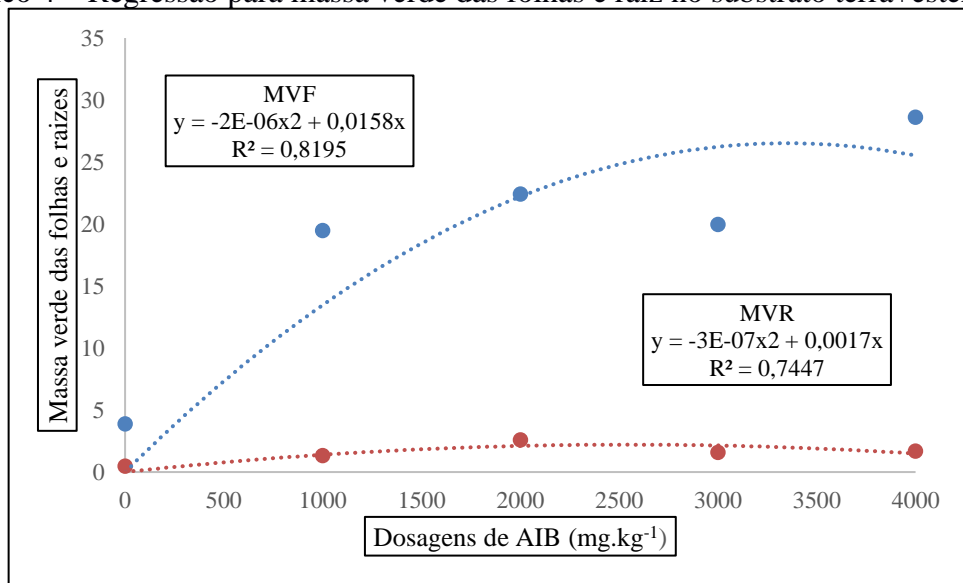
Fonte: O autor (2023)

Os Gráficos 4 e 5 apresentam a análise de regressão para massa verde de folhas (MVF), massa verde de raízes (MVR), massa seca de folhas (MSF) e massa seca de raízes (MSR), e expõem um comportamento semelhante.

As massas verdes de folhas respondem proporcionalmente ao aumento da dosagem de AIB utilizada. Os maiores valores absolutos de MVF e MSF foram obtidos na dosagem de 4000 mg.Kg<sup>-1</sup>, porém sem diferença estatística o que sugere que a aplicação de doses maiores não corresponderá a maiores valores destes parâmetros.

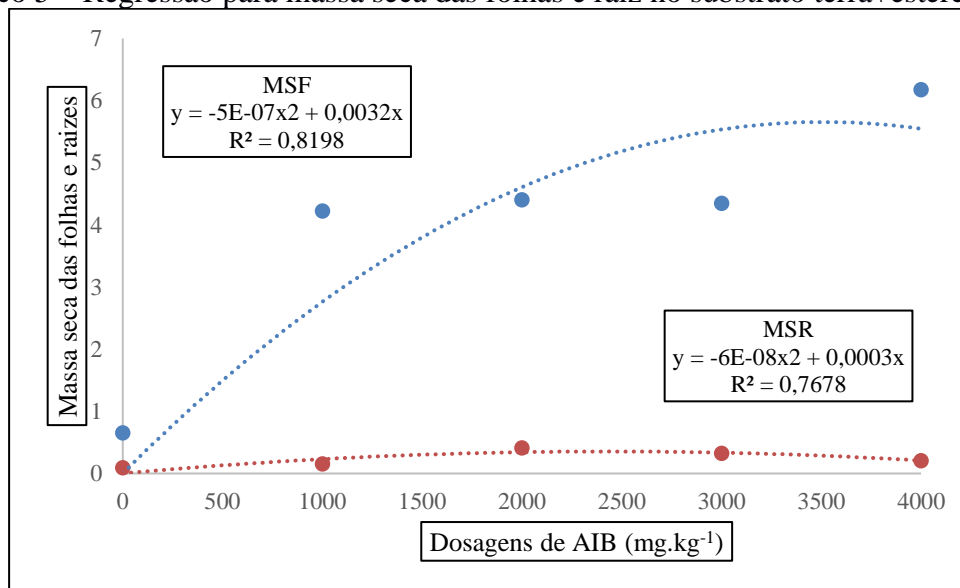
O mesmo comportamento foi observado em relação a MVR e MVF, cuja diferença estatística ocorre entre os tratamentos com e sem aplicação do hormônio regulador, mas não há diferenças estatísticas dentre os tratamentos com AIB, mesmo com o aumento das dosagens (Gráficos 4 e 5).

Gráfico 4 – Regressão para massa verde das folhas e raiz no substrato terra+esterco boi



Fonte: O autor (2023)

Gráfico 5 – Regressão para massa seca das folhas e raiz no substrato terra+esterco boi



Fonte: O autor (2023)

### **3 CONCLUSÃO**

O substrato terra + esterco bovino proporcionou as melhores condições de sobrevivência e desenvolvimento radicular em estacas de siriguela.

O uso da auxina atuou positivamente no desenvolvimento de mudas de siriguela por estaquia, sendo que a dosagem de  $1000 \text{ mg.kg}^{-1}$  de AIB apresentou o melhor resultado para as variáveis testadas.



## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M. & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ALCANTARA, G. B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D. M.; FOGAÇA, L. A.; PINTO, F.; BIASI, L. A. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.3, p.317-321, 2010.
- ALVES, R. RE.; MARTINS, L. P.; SILVA, S.; FILGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de frutos de cirigueira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, 2003.
- BASTOS, L. M. **Caracterização de Frutos e Propagação Vegetativa de Spondias**. Dissertação (mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas/BA, 60p., 2010.
- CALDEIRA, M. V. W.; DA ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.27-33, 2008.
- DE ALMEIDA, J. P. N., LEITE, G. A., MENDONÇA, V., DE CASTRO FREITAS, P. S., ARRAIS, I. G., & DA SILVA TOSTA, M. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 11-18, 2017.
- DUTRA T. R.; GRAZZIOTTI P. H.; SANTANA R. C.; MASSAD M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, p.321-329, 2012.
- FACHINELLO J. C.; HOFFMANN A.; NACHTGAL J. C.; KERSTEN E. Propagação vegetativa por estaquia. IN: FACHINELLO J. C.; HOFFMANN A.; NACHTGAL J. C.; (Eds.) **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, Embrapa. p. 69-109, 2005.
- FARIAS, W. C.; OLIVEIRA, L. L.; OLIVEIRA, T. A.; DANTAS, L. L. G. R. D.; SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para a produção de mudas. **Agropecuária Ciência no seminário**, v.8, n.3, p.1-6, 2012.
- FELICIANA, A. M. C.; MORAIS, E. G.; REIS, E. S.; CORRÊA, R. M.; GONTIJO, A. S.; VAZ, G. H. B. Influência de auxinas e tamanho de estacas no enraizamento de azaleia (*Rhododendron smsii* Planch.). **Global science and technology**, v.10, n.1, 2017.
- FILGUEIRAS, H. A. C. Geração de Técnicas de Conservação Pós-Colheita Para Valorização do Cultivo de Cajá e Ciriguela no Estado do Ceará. **Embrapa Agroindústria Tropical**. Fortaleza: 2001.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p.13-27.

GOMES, P. M. de A.; FIGEIRÊDO, R. M. F.; Caracterização e isotemas de adsorção e umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.2, p. 157-165, 2002.

GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DALMASO, T. T.; SILVA, A. G. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Revista Floresta e Ambiente**, v.21, n.3, p.339-348, 2014.

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; Qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1.217-1.221, 2013.

HANSEN, D. S.; FONSECA, A. A. O.; SILVA, J. A.; CARVALHO, M. O.; CARVALHO, C. A. L. Caracterização física e físico-química de frutos de seis genótipos de cajazeira (*Spondias mombin* L.) no Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, **Anais...**, 2011.

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

JAIRI, J. B.; COSTA, M. E. S. A. P.; PEREIRA, T. V. T.; FAVARO, M. M. A. Produção de biodiesel a partir de PANC *Spondias Purpurea*. **Revista Brasileira de Processos Químicos**, v.3, n.2, p.1-79, 2022.

KOYAMA, R.; ASSIS, A. M.; CARDOSO, C.; MORITZ, A.; ORTIZ, T.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de lichieira tratada com ácido indolbutírico e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.3, 2014.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a new crop, a market with a future. **Fruits**, v.61, p.237-250, 2006.

LISBOA, A. C., DE MELO, C. J. A. H., TAVARES, F. P. A., DE ALMEIDA, R. B., DE MELO, L. A., & MAGISTRALI, I. C. Crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* em substrato com esterco bovino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.38, 2018.

LONE, A. B.; LOPEZ, E. L.; ROVARIS, S. R. S.; KLESNER, D. F.; HIGASHIBARA, L.; ATAÍDE, L. T.; ROBERTO, S. R.; Efeito do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de videira VR 43-43 em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.3, p.599-604, 2010.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de frutos de cirigueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.11-14, 2003.

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.

- MIRANDA, C. S.; CHALFUN, N. J.; HOFFMANN, A.; DUTRA, L. F.; COELHO, G. V. A. Enxertia recíproca e AIB como fatores indutores do enraizamento de estacas lenhosas dos porta-enxertos de pessegueiro 'Okinawa' e umezeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n 4, p.778-784, 2004.
- NERIS, T. S.; LOSS, R. A.; GUEDES, F. F. Caracterização físico-química da seriguela (*Spondias purpurea* L.) colhidas no município de Barra do Bugres/MT em diferentes estágios de maturação. **Natural Resources**, v.7, n.1, 2017.
- NOGUEIRA, J. P.; GAMA, M. A.C.L. Desenvolvimento, avaliação físico – química, sensorial e colorimétrica da geleia de seriguela diet. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.8, n.2, p.1531-1544, 2014.
- OLIVEIRA, B. R.; LIMA, S. S. J; SOUZA, M. A. C; SILVA, A. S; FILHO, M. S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência agrotec**, v.32, n.1, p.122-128, 2008
- PINHEIRO, G. F. P. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993.
- SANCHES, A. G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; SANTOS, E.X. Atraso na maturação e qualidade pós-colheita de seriguela exposta a radiação ultravioleta-C. **Nativa**, v.6, n.3, p.225-232, 2018.
- 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, n.3, 2008.
- SMARSI, R. C.; CHAGAS E. A.; REIS L. L. DOS; OLIVEIRA G. F. DE; MENDONÇA V.; TROPALDI L.; PIO R.; FILHO J. A. S. Concentrações de ácido indolbutírico e tipos de substrato na propagação vegetativa de lichia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.7-11, 2008.
- SOARES, K. T.; BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S.P. de. BARROS, R.V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000 p.731-735, 2008.
- SOUZA, V.A.B. **Perspectivas do Melhoramento de Espécies Nativas do Nordeste brasileiro**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS, Goiânia: EMBRAPA Meio-Norte, 2001.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TOSTA, M. S; DE OLIVEIRA, C. V. F.; DE FRETITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. D. A. F. Ácido indolburírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6,Supl.1, p.2727-2740, 2012.
- VITÓRIA, C. J. Ciriguleira (*Spondias purpurea* L.) comercializado em Maceió, Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20. **Anais...**, 2008.