

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL**

**DOSES DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GUARANAZEIRO**



**KARLA GABRIELLE DUTRA PINTO**

**MANAUS**

**2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL**

**DOSES DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GUARANAZEIRO**

The logo of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central map of the state of Amazonas, surrounded by a green laurel wreath. Above the wreath are three pink stars, and below it is a yellow star. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a semi-circle at the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written in a semi-circle at the bottom.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como um dos requisitos parciais para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino  
Coorientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. André Luiz Atroch

**MANAUS**

**2019**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P659d Pinto, Karla Gabrielle Dutra  
Doses de AIB no Enraizamento de Estacas de Guaranazeiro /  
Karla Gabrielle Dutra Pinto. 2019  
53 f.: il.; 31 cm.

Orientadora: Sônia Maria Figueiredo Albertino  
Coorientador: André Luiz Atroch  
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade  
Federal do Amazonas.

1. Guaraná. 2. Regulador vegetal. 3. Estaquia. 4. Raízes  
adventícias . I. Albertino, Sônia Maria Figueiredo II. Universidade  
Federal do Amazonas III. Título

KARLA GABRIELLE DUTRA PINTO

DOSES DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GUARANAZEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino - Presidente  
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Ernesto Oliveira Serra Pinto, Membro  
Universidade Federal do Amazonas



~~Dr. Firmino José do Nascimento Filho, Membro  
Embrapa Amazônia Ocidental~~

*“Tudo posso nAquele que me fortalece! Flp 4:13”  
Dedico primeiramente a Deus por sempre estar ao meu lado nos momentos mais difíceis  
nessa jornada*



*À minha mãe, meu pai (in memorium) e a minha irmã,  
por toda compreensão, orações, atenção, dedicação,  
carinho, paciência, suporte, constante carinho e amor  
que nos unepara que eu pudesse chegar até aqui.  
**Dedico de todo meu coração.***

*A minha amada mãe, Ocinete, pelos conselhos, amor,  
paciência e total dedicação durante essa jornada.  
Aos meus irmãos amados Giselle e Gabriel, pela eterna compreensão.  
A minha afilhada Vitória, por a cada sorriso renovar minhas forças.  
A minha sobrinha Sophia, por cada aprendizado.  
A minha família amada por todo incentivo e amor.  
Aos meus verdadeiros amigos que confiam e torcem por mim.  
**Ofereço.***

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

*À professora Dra. **Sônia Maria Figueiredo Albertino**, exemplo de ser humano, íntegra, dedicada e sábia. Muito obrigada, Prof. pela orientação, paciência, confiança depositada, alegria do convívio, contribuição para minha formação acadêmica, profissional e pessoal, pois me ensinou grandes lições de vida.*

*Ao Sr. **Luciano Simões Malcher**, com quem pude contar integralmente no período de condução do experimento em campo, obrigada pela disponibilidade, apoio e seriedade, sem o senhor, não seria possível chegar até aqui! O senhor proporcionou as melhores condições possíveis de trabalho apesar das limitações, o senhor permitiu que nada me faltasse! Aprendi muito e sou eternamente grata.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter permitido que eu chegasse até aqui, para a realização de um grande sonho e por estar no controle da minha vida, sempre.

À Prof. Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino, pela orientação, apoio, amizade, estímulo e, principalmente, pelo privilégio de fazer parte de sua equipe de pesquisa.

Ao Prof. Dr. André Atroch pela orientação, apoio, agradável convivência, auxílio na condução e desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. José Firmino do Nascimento Filho pela gratificante amizade, paciência, dedicação, apoio em campo na implantação, condução e desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Ferreira da Silva, pela amizade, paciência, apoio e oportunidade do desenvolvimento deste trabalho no Laboratório de Ciências de Plantas Daninhas – LCPD/UFAM.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa pelo apoio técnico e espaço cedido para a condução do experimento.

Aos meus pais, Ocinete e Carlos (*in memorium*), por todo amor e apoio, alicerces fundamentais para que eu pudesse em todas as etapas da vida me desenvolver.

Ao meu avô, Omar da Silveira Dutra (*in memorium*) por todo apoio emocional e financeiro, amor e carinho dedicado para mim durante toda sua vida.

Aos meus amados irmãos Giselle e Gabriel, por independentemente estarem incondicionalmente ao meu lado em todos os momentos.

As minhas sobrinhas Vitória e Sophia, pelos ensinamentos diários: amor e simplicidade.

As minhas tias amadas Oceania Dutra, Ocilene Dutra e Ângela Maria e ao meu tio Ocilon Dutra, por todo apoio e amor.

Aos meus primos Daniel Lúcio, Rafael Victor, Vinicius Dutra e Andrew Carlos pelo incentivo de sempre e inspiração.

A toda minha família, base da minha vida, por tudo. Sou eternamente grata a todos.

Aos meus amigos Daniel Oscar, Francisco Castro, Laís Alves e Bruna Leite pela amizade, incentivo, apoio técnico e colaboração durante diversas etapas do desenvolvimento deste trabalho, sem vocês não seria possível meus amigos, muito obrigada.

As minhas amigas Kédima Sarmiento, Monique Feitosa, Gêssica Nogueira e, aos meus amigos Macaulay Souza, Osvaldo Neto e Mauro Alves pela amizade, apoio, incentivo, pelas construtivas "discussões de corredor" e agradável convivência.

Ao Sr. Luciano Malcher, Sr. Orbélio, Sr. Almir, Sr. João, Sr. Amaral, Sr. Dantas por todo apoio e ajuda na condução do experimento, compreensão e ensinamentos de vida.

As minhas companheiras de Embrapa Isabella, Thaissa, Juliane, Larissa, Amanda e ao Antônio que proporcionaram agradável convivência durante essa jornada.

Ao Nascimento por sempre oferecer um sorriso e resolver situações burocráticas da melhor forma possível com muita paciência e seriedade.

Ao Sr. Juvenal, motorista da linha de ônibus 430 que inúmeras vezes parou o coletivo (mesmo muito lotado, enquanto muitos passavam direto pela parada) para que pudesse chegar a Embrapa e retornar a minha casa, muita gratidão.

A toda equipe do Laboratório de Ciências de Plantas Daninhas – LCPD, pelo apoio, convivência agradável e incentivo.

A todos os professores e colegas do Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical.

A CAPES pela bolsa concedida, apoio financeiro.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.



## RESUMO

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), é uma planta originária da Amazônia que possui propriedades estimulantes e medicinais, com grande potencial para os mercados interno e externo, comercializado sob as formas de refrigerante, bastão, pó, xarope e guaraná em rama. O Brasil é o único produtor de guaraná em escala comercial do mundo. No estado do Amazonas, sobretudo no município de Maués, onde a guaranaicultura é a principal atividade agrícola desenvolvida, a cultura possui grande relevância econômica. Tecnologias têm sido desenvolvidas para reduzir os custos de produção e aumentar o potencial de exploração dessa cultura, dentre os quais a otimização da produção de mudas por estaquia, em busca de maiores percentuais de enraizamento e baixo índice de mortalidade das estacas. Este trabalho teve como objetivo estudar o potencial de enraizamento de estacas herbáceas de três cultivares de guaranazeiro, submetidas a cinco concentrações de AIB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5, sendo três cultivares de guaranazeiro (BRS-CG372, BRS-CG611 e BRS-Amazonas) e 5 concentrações de AIB (0ppm, 1000ppm, 2000ppm, 3000ppm e 4000ppm), com quatro repetições totalizando 60 unidades experimentais, com 10 estacas, cada. As estacas foram retiradas de ramos herbáceos, contendo uma gema vegetativa e um par de folíolos cortado ao meio, para reduzir a transpiração. Na parte basal das estacas foram aplicadas diferentes concentrações de AIB, conforme cada tratamento. Após 90 dias, as estacas foram separadas do substrato por dispersão em água corrente e agitação manual, obtendo-se o sistema radicular intacto para a avaliação do percentual de estacas com calos, estacas enraizadas e estacas mortas. Também foi avaliado o número de raízes formadas; o comprimento, o volume e o peso da matéria seca das raízes. As cultivares apresentaram diferentes capacidades de enraizamento, em todas as características radiculares avaliadas a cultivar BRS-CG372 apresentou melhor desenvolvimento. As doses do AIB não influenciaram o percentual de estacas enraizadas, porém incrementaram a qualidade do sistema radicular das estacas de guaranazeiro.

Palavras-chave: guaraná, reguladores vegetais, estaquia, raízes adventícias.

## ABSTRACT

Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke) is a plant native to the Amazon that has stimulating and medicinal properties, with great potential for internal and external markets and marketed under the forms of soda, cane, powder and syrup . Brazil is the only commercial-scale guarana producer in the world. In the state of Amazonas, especially in the municipality of Maués, where guaranaicultura is the main agricultural activity developed, the culture has economic relevance. Technologies have been developed to reduce production costs and increase the potential for exploitation of this crop, among them the optimization of seedling production, in search of higher rooting percentages and lower cutting mortality rates. The objective of this work was to study the rooting potential of herbaceous cuttings of three guarana cultivars submitted to five concentrations of IBA. The experimental design was completely randomized in a 3x5 factorial scheme with three guarana cultivars (BRS-CG372, BRS-CG611 and BRS-Amazonas) and five AIB doses (0ppm, 1000ppm, 2000ppm, 3000ppm and 4000ppm) with four replicates totaling 60 experimental units, each with 10 stakes. The cuttings were removed from the herbaceous branches, containing a vegetative yolk and a pair of leaflets cut in half to reduce perspiration. In the basal part of the cuttings different concentrations of IBA were applied according to each treatment. After 90 days, the cuttings were separated from the substrate by dispersion in running water and manual agitation, obtaining the intact root system to evaluate the percentage of cuttings with calluses, rooted cuttings and dead cuttings. The number of roots formed was also evaluated; length, volume and weight of root dry matter. The cultivars presented different rooting capacities, in all root characteristics evaluated the cultivar BRS-CG372 presented better development. The IBA doses did not influence the percentage of rooted cuttings, but increased the quality of the root system of the guarana cuttings.

Key words: guaraná, plant regulators, cuttings, adventitious roots.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Comprimento de raízes (cm) de estacas de guaranazeiro, com a aplicação de AIB. Manaus, 2019.....	23
<b>Figura 2:</b> Volume de raízes (ml) de estacas de guaranazeiro com a aplicação de AIB. Manaus, 2019.....	24
<b>Figura 3:</b> Peso da matéria seca das raízes (g) de estacas de guaranazeiro, com a aplicação de AIB. Manaus, 2019.....	25
<b>Figura 4:</b> Percentual de estacas mortas (%), de guaranazeiro, com a aplicação de AIB. Manaus, 2019.....	26
<b>Figura 5:</b> Médias das temperaturas mínimas e máximas, umidades relativas mínimas e máximas durante o enraizamento de estacas de guaranazeiro. Manaus, 2019 .....	30

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo da análise de variância para percentual de estacas enraizadas (EE), de estacas mortas (EM) e de estacas com calo (EC) de três cultivares de guaranazeiro, submetidas a cinco doses de AIB. Manaus, 2019.....17
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância para número de raízes (NR), comprimento de raízes (CR), volume de raízes (VR) e peso da matéria seca das raízes. (PSR) de três cultivares de guaranazeiro, submetidas a cinco doses de AIB. Manaus, 2019.....17
- Tabela 3.** Médias do percentual de estacas enraizadas (EE), de estacas mortas (EM) e de estacas com calo (EC) de três cultivares de guaranazeiro, independente da aplicação de AIB. Manaus, 2019.....18
- Tabela 4.** Médias para comprimento (CR), número (NR), volume (VR) e peso da matéria seca de raízes (PSR) de estacas de três cultivares de guaranazeiro, independente da aplicação de AIB. Manaus, 2019 ..... 20
- Tabela 5.** Percentual de estacas enraizadas de três cultivares de guaranazeiro, dentro de cada dose de AIB. Manaus, 2019.....27
- Tabela 6.** Volume de raízes (VR) (ml) de estacas de três cultivares de guaranazeiro, dentro de cada dose de AIB. Manaus, 2019.....29

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE GUARANÁ. ....	4
3.1.1. IMPORTÂNCIAS ECONÔMICA E SOCIAL.....	4
3.1.2. CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO BOTÂNICA. ....	5
3.1.3. ORIGEM, DOMESTICAÇÃO E DISPERSÃO.....	6
3.1.4. PROPAGAÇÃO .....	7
3.1.4.1. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	7
3.1.4.2. RAÍZES ADVENTÍCIAS .....	9
3.1.5. CULTIVARES DE GUARANAZEIRO .....	10
3.1.6. FITORMÔNIOS COMO COFADORES DO ENRAIZAMENTO .....	11
3.1.6.1. AUXINAS .....	12
3.1.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE VIVEIRO .....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
4.1 BIOMETRIA .....	16
4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS. ....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÃO .....	32
7. REFERÊNCIAS .....	33

## 1. INTRODUÇÃO.

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma planta oriunda da região amazônica e possui alto potencial econômico, devido ao elevado teor de cafeína em suas sementes, o que confere à espécie, propriedades energéticas que lhe agrega significativo valor econômico (HENMAN, 1982; SCHIMPL et. al., 2013).

A propagação do guaranazeiro pode ser pelas vias sexuada e assexuada. A propagação vegetativa, empregada em materiais promissores é uma opção vantajosa, se comparada às plantas originadas por sementes. Entre as principais vantagens desta técnica estão a alta produtividade (1,5 kg sementes secas planta<sup>-1</sup>), menor tempo de formação da muda (7 meses), precocidade no início da produção (2 anos após plantio definitivo), estabilidade da produção comercial (3 anos), alta taxa de sobrevivência das plantas no campo (maior que 90%), obtenção de muitas plantas a partir de uma única matriz, e resistência a antracnose, principal doença da cultura (ATROCH e NASCIMENTO FILHO, 2005).

Estudos sobre a propagação vegetativa do guaranazeiro têm sido realizados por diversos autores. Estes estudos buscam o bom desempenho do enraizamento das estacas para produção de mudas clonais. No entanto, alguns resultados divergem entre as diferentes cultivares de guaranazeiro.

Corrêa e Estolberg (1981) aumentaram os percentuais de enraizamento das estacas de guaranazeiro, com adição de AIB e nebulização intermitente. Garcia et. al. (1999) também tiveram altos percentuais de enraizamento das estacas com a aplicação do ácido indol-3-butírico, tanto por via seca, na dosagem de 6.000 ppm como na forma líquida, na concentração de 4.000 ppm.

No entanto, Atroch et. al. (2007) afirmam que cultivares de guaranazeiro que apresentam dificuldades de enraizamento não respondem ao aumento da dosagem de AIB, e cultivares de fácil enraizamento dispensam a utilização do fitorregulador.

Albertino et. al. (2012) constatou que a aplicação de AIB em estacas de guaranazeiro foi prejudicial, independente da cultivar. Neste estudo, as maiores porcentagens de estacas enraizadas e com formação de calo, bem como o menor índice de mortalidade foram obtidas sem o uso de AIB.

Segundo Azevedo et. al. (2015), apesar de a propagação vegetativa ser uma técnica recomendada e consolidada, existem diferenças no percentual de enraizamento das estacas até dentro da mesma espécie. Este comportamento pode estar relacionado com o balanço

hormonal de cada cultivar cujas estacas possuem concentrações endógenas de promotores ou inibidores de enraizamento, dispensando o fornecimento exógeno de auxina (FACHINELLO et. al., 2005).

Para uma estaca emitir raízes são necessários fatores endógenos e condições ambientais adequadas (ATROCH et. al., 2007). Portanto, o sucesso na produção de mudas depende do conhecimento sobre os efeitos dos fatores que afetam a formação das raízes (CUNHA et. al., 2009),

O conhecimento sobre a guaranaicultura evoluiu nos últimos anos, porém ainda são necessárias pesquisas que busquem solucionar os problemas que afetam principalmente o desenvolvimento da cultura na agricultura familiar, responsável pela maior parte da área plantada no Amazonas. As principais dificuldades enfrentadas pelos produtores são a baixa qualidade das mudas que, em geral são adquiridas por sementes de material não selecionado (ALBERTINO et. al., 2012), e a adoção de tecnologia para o cultivo.

Para a produção de mudas clonais de qualidade, a Embrapa (2005) recomenda uso de sombrite que proporcione 70% de sombreamento, nebulização intermitente e aplicação de ácido indol-3-butírico (AIB) na concentração de 2000ppm, porém é um sistema oneroso e incompatível com a realidade da maioria dos pequenos produtores amazonenses, o que dificulta sua implementação.

Os fatores que influenciam o enraizamento de estacas são bastante variáveis e sua atuação pode se dar de maneira isolada ou por interação com os demais. Assim, é necessário que se estude profundamente cada um desses fatores, tendo em vista que com uma simples modificação em uma ou mais condições pode-se viabilizar a propagação vegetativa de espécies difíceis de enraizar, como é o caso de algumas cultivares de guaranazeiro.

Acredita-se que no Amazonas seja possível atingir um bom resultado na produção de mudas de guaranazeiro pelos pequenos produtores, modificando alguns desses fatores, como no caso o uso dos reguladores vegetais. Caso o seu uso seja dispensado, contribuiria para que a produção de mudas fosse realizada nas pequenas propriedades rurais, visto que o gasto com as mudas é oneroso.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo de avaliar o enraizamento de mudas de guaranazeiro com a adição ou não de AIB, visando esclarecer as divergências dos resultados já obtidos quanto ao seu uso.

## **2. OBJETIVOS.**

### **Objetivo Geral**

Estudar o potencial de enraizamento de estacas herbáceas de três cultivares de guaranazeiro, submetidas a cinco concentrações de AIB.

### **Objetivos Específicos**

Avaliar a capacidade de enraizamento de três cultivares de guaranazeiro.

Investigar a melhor concentração de AIB para o enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro.

Avaliar o comportamento de três cultivares de guaranazeiro quanto ao enraizamento de estacas, em função de doses de AIB.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA.**

#### **3.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE GUARANÁ.**

##### **3.1.1. IMPORTÂNCIAS ECONÔMICA E SOCIAL.**

O Brasil é o único produtor de guaraná em termos comerciais do mundo. A espécie é cultivada nos estados do Amazonas, Bahia, Mato Grosso, Rondônia, Pará e Acre, com uma área colhida 15.156 ha, com uma produção de 3.686 toneladas/ano de semente seca e uma produtividade média de 311 kg/ha. A Bahia é o maior produtor de guaraná no Brasil (71,3% da produção nacional), seguido por: Amazonas (22,7%), Mato Grosso (5,5%) (IBGE, 2017).

O produto exportado gera em torno de US\$ 15 milhões/ano, alcançando cerca de 180 países. O mercado é promissor, porém o consumo nacional é alto, 90% da produção total é absorvida pelo mercado interno (CONAB, 2017).

A produção de guaraná possui relevância no estado da Bahia, seu principal produtor, 71,3% da produção nacional. As condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento da cultura e os produtores adotam um processo de modernização dos sistemas de cultivo com pacotes tecnológicos modernizantes. Os guaranazais baianos produzem 1 a 2 kg de sementes seca planta<sup>-1</sup>, enquanto que no Amazonas, é 0,20 kg de semente seca planta<sup>-1</sup>. Porém, o preço de comercialização da semente de guaraná, na Bahia é menor (R\$ 6,00 kg<sup>-1</sup>) em relação ao Amazonas (R\$ 20,00 kg<sup>-1</sup>) (CONAB, 2017).

O guaranazeiro no Amazonas representa uma grande fonte de renda para alguns municípios do estado, cultivado em 24 dos 62 municípios, por pequenos e grandes produtores, com predominância em Presidente Figueiredo, Boa Vista do Ramos, Urucará, Parintins e Maués, que já foi o maior produtor do Brasil, mas a produtividade declinou devido a problemas de manejo e não adoção de novas tecnologias (ATHOCH, 2009; ALBERTINO, 2011).

Incentivado por práticas agrícolas e novas tecnologias, fruto de pesquisas, o conhecimento sobre a cultura evoluiu nos últimos anos, esta apresenta grande potencial socioeconômico para os amazonenses: oferta oportunidades de agronegócios gera renda para a população rural e permite-a permanecer no mesmo meio. O avanço pela demanda do guaraná e a mão de obra envolvida na produção são alternativas para o desenvolvimento do setor agrícola e industrial do estado (CRAVO, 2001; ALBERTINO et. al., 2012).

O guaraná possui grande atrativo devido suas propriedades medicinais, estimulantes e energéticas, utilizadas nas indústrias farmacêuticas e de refrigerantes (SCHIMPL et. al., 2013). Também apresenta propriedades de ação tônica cardiovascular, combatem a cólicas,

neuralgias, enxaquecas, ação diurética e febrífuga. O principal produto proveniente do guaraná é o xarope, um dos extratos concentrados responsáveis pelas características de cor, aroma e sabor dos refrigerantes (CERVIERI JUNIOR et. al., 2014).

O mercado é extenso e carece de produção. O Amazonas apresenta recuperação de sua produção, a Embrapa Amazônia Ocidental vem trabalhando intensivamente em pesquisas para que ocorra esse aumento de produtividade de guaraná, com base na distribuição de mudas resistentes a doenças, implantação de projetos empresariais de cultivo que tendem a adotar padrões agrícolas tecnificados (ATROCH, 2009).

### 3.1.2. CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO BOTÂNICA.

O guaranazeiro é uma planta perene, dicotiledônea tropical que pertence à família Sapindaceae, que possui cerca de 120 gêneros e aproximadamente 2.000 espécies de árvores, arbustos e cipós. Na natureza, cresce como liana até atingir o estrato superior da floresta; cultivado, tem a forma de arbusto sub-ereto com aproximadamente 3,0 m de altura, quando adulto possui gavinhas (IPNI, 2012).

O gênero *Paullinia*, possui aproximadamente 147 espécies distribuídas pela América tropical e subtropical e uma única espécie na África tropical, *Paullinia pinata* L. Essas espécies estão distribuídas em 13 seções. A espécie *Paullinia cupana* é classificada na seção *Pleurotoechus*, a qual apresenta 28 espécies, das quais nove ocorrem na Amazônia brasileira (RADLKOFER, 1931).

A classificação botânica do guaranazeiro, em resumo: divisão: Angiospermae; classe: dicotiledônea; família: sapindaceae; gênero: *Paullinia*; Espécie: *Paullinia cupana*; subespécies ou variedades: *sorbilis* e *typica* (NASCIMENTO FILHO, 2003).

A espécie *Paullinia cupana* H.B.K., possui duas variedades, *P. cupana* variedade *typica* que é o guaraná venezuelano e *P. cupana* variedade *sorbilis*, o guaraná brasileiro, economicamente explorado e o único usado comercialmente (SCHIMPL et. Al., 2013).

O guaranazeiro é uma espécie monóica, alógama, trepadeira, apresenta folhas composta, possui inflorescências de cacho que ocorre na axila das folhas ou na base de uma gavinha (GONDIM, 1978). As flores são pseudo-hermafroditas, dispostas no eixo principal da inflorescência, organizadas em fascículos de três a sete, funcionalmente unissexuais e polinizadas por insetos (SOUZA et. al., 1996).

O fruto é uma cápsula deiscente, contém de uma a três sementes cobertas com o arilo branco e farináceo, tem coloração, que vai desde amarelo alaranjado até vermelho vivo.

Quando abre, deixa aparecer à semente de forma arredondada, obovadas ou oblatas de coloração castanho-escuros (CORRÊA, 1989; LORENZI et. al., 2006).

As sementes, seu principal produto e de alto valor comercial, dispõe de altos teores de substâncias como a teobromina (vasodilatadora), teofilina (broncodilatadora) e cafeína (2,5-5%), que conferem seu valor e são usadas nas indústrias farmacêuticas e de bebidas (LIMA et. al., 2005).

### **3.1.3. ORIGEM, DOMESTICAÇÃO E DISPERSÃO.**

Há divergências acerca da origem do guaranzeiro. Tem seu habitat na América do Sul, ao longo dos rios Orenoco, Amazonas, Negro, Madeira e Tapajós, aponta Carneiro (1931), citado por Castro; Ferreira (1973). Enquanto Pires (1949), afirma que o guaraná é encontrado na Amazônia brasileira sob forma cultivada ou subspontânea, na imensa flora equatorial, encontrado dentro de uma área delimitada pelos Estados do Pará, Amazonas e Acre; parte da Venezuela, Bolívia, Colômbia; Loreto, no Peru; e a maior parte das Guianas, chegando até o Rio Pindaré, no Estado do Maranhão (NASCIMENTO FILHO, 2003).

O município de Maués é o centro de origem, onde os Sateré-Mawé transformaram o guaranzeiro de uma trepadeira silvestre a arbusto cultivado, introduzindo seu plantio e beneficiamento. Maués, tornou-se o centro de distribuição do guaraná cuja produção e comercialização se difundiram para outras regiões de clima favorável (ATROCH, 2009; LORENZ, 2000).

A guaranaicultura propagou-se das suas origens – do alto Orenoco e alto Rio Negro venezuelano – para o baixo Rio Negro (DUCKE, 1937). Atualmente, a guaranaicultura é expandida no Estado do Amazonas, atua em 24 dos 62 municípios, com destaque para Maués. Também é cultivado em outras regiões do Brasil, favoráveis ao desenvolvimento da cultura como: região cacauera da Bahia, municípios de Valença, Taperoá, Nilo Peçanha, Camamu e Ituberá; Pará, município de Altamira; Rondônia; norte do Mato Grosso, município de Alta Floresta; e Acre, municípios de Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima, no Vale do Juruá (NASCIMENTO FILHO e ATROCH, 2002).

### **3.1.4. PROPAGAÇÃO**

A propagação do guaranazeiro pode ser pelas vias sexuada e assexuada (estaquia). Por fazer parte do grupo de sementes recalcitrantes, a sua reprodução sexuada possui desvantagem devido à rápida perda de viabilidade, não suportando desidratação intensa ou baixa temperatura. Também possui um maior período de tempo para início da produção e formação da muda (12 meses), alta variabilidade nas características qualitativas e quantitativas, diversidade de tamanho, forma e coloração nas folhas, frutos e sementes, baixa produtividade (150 g de semente seca planta<sup>-1</sup>), variações de resistência a doenças e baixo índice de sobrevivência no campo (ATROCH et. al., 2007; ALBERTINO et. al., 2012).

A propagação vegetativa possui vantagens como a obtenção de muitas plantas a partir de uma única planta matriz, são materiais de propagação melhorados capazes de resistirem a doenças e possuem maior taxa de sobrevivência no campo. O tempo para formação da muda é menor (7 meses), o início da produção é antecipado (2 anos após plantio definitivo), há rápida estabilidade da produção (3 anos) e a produção dessas plantas são altas (1,5 kg sementes secas planta<sup>-1</sup>) (ATROCH e NASCIMENTO FILHO, 2005).

A renovação dos guaranazais por meio de materiais melhorados e promissores, obtidos por estaquia, vêm ganhando destaque e sendo utilizado nos plantios comerciais.

Contudo, para que a propagação de mudas por estacas seja efetiva, a capacidade de cada espécie e ou cultivar de formar raízes adventícias, a qualidade do sistema radicular formado e o desenvolvimento posterior da planta no plantio definitivo são fatores determinantes no sucesso ou fracasso do processo (FACHINELLO et. al., 1994).

O cultivo do guaranazeiro carece de geração de novos estudos que envolvam fatores extrínsecos e intrínsecos à planta na tentativa de melhorar a capacidade de enraizamento das diferentes cultivares, contribuindo para a melhoria do desempenho da cultura e aumentando a renda do produtor rural.

#### **3.1.4.1. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA**

A propagação vegetativa é utilizada para obter uma planta geneticamente idêntica à planta mãe. É definida como a reprodução de uma planta a partir de uma célula, um tecido ou um órgão (raízes, caules, ramos, folhas) herdando características desejáveis de forma

eficiente, de acordo com as condições de crescimento submetidas, como luz, água, temperatura, nutrientes (XAVIER et. al., 2009).

É considerada a técnica de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, visto que plantas inicialmente bem desenvolvida e de rápido estabelecimento podem reduzir custos e maximizar o sistema produtivo (DOS SANTOS SILVA, 2018), os indivíduos propagados vegetativamente também são capazes de produzir precocemente e mostram maior sobrevivência no estabelecimento inicial.

Os genótipos selecionados são reproduzidos em curto período de tempo, com menor custo, possibilitando maior uniformidade e produtividade a partir de uma planta matriz (SATURNINO et. al., 2005).

Portanto, o uso da propagação vegetativa é fundamentado para espécies que dispõe de genótipos de alta produtividade e sementes com dificuldades de germinar ou para as espécies que produzem poucas sementes (ALBERTINO, 2011).

São diferentes técnicas utilizadas como, por exemplo: enxertia, mergulhia, alporquia ou estaquia. A estaquia se destaca como método economicamente viável para produção de novos indivíduos (BASTOS et. al., 2005).

A estaquia tem como base, formar raízes adventícias em órgãos vegetativos, em resposta à concentração de auxina e inclui processos de desdiferenciação, rediferenciação, alongamento e divisão celular para a formação de meristemas (HARTMANN et. al., 2011; TAIZ e ZEIGER, 2013). A utilização de auxinas deve ser de forma cautelosa: doses e tempos de exposições podem resultar em efeitos benéficos ou tóxicos (INOCENTE et. al., 2018).

Entretanto, a concentração de auxina requer para formar raízes eficientes outras fontes, que em proporções e concentrações adequadas, se acumulam na base da estaca e contribuem para emissão de raízes adventícias, sendo cofatores do enraizamento. Como por exemplo, uma fonte de carbono, para a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas, além de carboidratos, a presença de hormônios, compostos nitrogenados, aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos são necessários para a formação das raízes (LIMA et. al., 2011).

Estudos básicos sobre o a propagação vegetativa do guaranazeiro, demonstraram altos percentuais de estacas enraizadas, assim sendo o guaranazeiro pode ser propagado vegetativamente pelo método da estaquia com resultados satisfatórios, selecionando indivíduos superiores e a manutenção dos caracteres desejados. Essas pesquisas ainda comprovaram que a adição do fitormônio o ácido indol-3-butírico (AIB) e nebulização intermitente, aumentam o índice de enraizamento (CORRÊA e ESTOLBERG, 1981).

De acordo com Mendonça (1991) a formação de raízes em estacas de guaranazeiro tratadas com fitormônio inicia com o intumescimento da extremidade basal da estaca pela formação de um tecido caloso, as células desse tecido sofrem diferenciações progressivas e constituem a raiz e posteriormente o sistema radicular da estaca. Um sistema radicular malformado impede a absorção de água e nutrientes em quantidades suficientes para atender às necessidades da planta, resultando em um quadro sintomatológico típico de deficiência hídrica e nutricional, esse problema está associado à deformação do sistema radicular de mudas na fase de viveiro (MAFIA et. al., 2005).

Para germoplasmas de alto padrão genético que apresentam dificuldades de enraizamento, a propagação por estacas em larga escala é desvantajosa: ocupa grandes áreas em viveiros comerciais e têm baixa produtividade (DE ARRUDA et. al., 2007).

A estaquia tem sido largamente utilizada pela capacidade de utilização rápida dos ganhos genéticos obtidos nos programas de melhoramento e por manter uma população de plantas uniforme, além de diminuir o tempo para início da produção, o que implica em menores custos com a produção de mudas. São utilizadas para a propagação de plantas ornamentais, espécies florestais e na fruticultura (HARTMANN et. al., 2011).

#### **3.1.4.2. RAÍZES ADVENTÍCIAS**

O enraizamento adventício, sistema radicular da propagação por estacas, pode ser dividido em três fases básicas fisiológicas e bioquímicas da formação da raiz adventícia: a) indução – fase das primeiras modificações moleculares e bioquímicas antecede as alterações anatômicas; b) iniciação – início da multiplicação celular e estabelecimento dos meristemas, com surgimento dos primórdios radiculares; c) expressão – fase em que há emergência e crescimento das raízes na estaca (HARTMANN et. al., 2011; GOULART et. al., 2014).

As raízes adventícias em espécies de plantas herbáceas são originadas independentes da formação de calos, próximas ou entre os feixes vasculares. Em lenhosas, ocorre por formação direta de raízes, nas espécies que são fáceis para enraizar nas células próximas ao sistema vascular e por formação indireta, em espécies com maior dificuldade de enraizamento a divisão celular origina tecidos chamados de calos antes da organização para iniciar o primórdio radicular. Depende da espécie, cultivar, idade ou natureza da estaca, onde será essa formação (ROSSAL, 2006; VASCONCELOS, 2012).

As raízes adventícias podem ser do tipo pré-formadas: originam e permanecem dormentes dentro dos ramos, quando as estacas são cortadas, tratadas e colocadas em um

ambiente favorável. E do tipo induzidas por lesões no tecido: iniciam o desenvolvimento após o preparo das estacas, devido ao processo de desdiferenciação e rediferenciação que sofrem (HARTMANN et. al., 2011).

Segundo Hartmann et. al. (2002), as plantas podem ser classificadas, de acordo com sua capacidade de enraizamento, em três grupos:

1. Plantas de fácil enraizamento: possuem em seus tecidos substâncias endógenas necessárias à iniciação radicial e não é necessária a aplicação de qualquer substância exógena para que as estacas formem raízes;

2. Plantas relativamente fáceis de enraizar, possuem em seus tecidos os cofatores necessários, mas não possuem auxinas suficientes. Neste caso, com a aplicação de auxinas exógenas, obtêm-se sucesso no enraizamento das estacas;

3. Plantas de difícil enraizamento: não apresentam um ou mais cofatores, independentemente da quantidade de auxinas endógenas. Neste caso, somente a aplicação de auxinas exógenas não é suficiente para o enraizamento das estacas.

Nas estacas de guaranazeiro, que tiveram adição de AIB, as raízes surgem de uma formação calosa, na base da estaca, próximo à aplicação do fitormônio, cobrindo sua extremidade. Dos calos, surgem os primórdios de raiz que, após diferenciações progressivas, constituem a raiz e o sistema radicular da estaca (MENDONÇA, 1991).

### **3.1.5. CULTIVARES DE GUARANAZEIRO**

Existe 18 cultivares de guaranazeiro lançadas pela Embrapa Amazônia Ocidental e recomendadas para o Estado do Amazonas. Essas cultivares possuem características agrônomicas desejáveis, como alta produtividade e resistência a antracnose.

Quanto ao potencial de enraizamento de estacas, as cultivares de guaranazeiro são classificadas em três tipos, as de fácil enraizamento (acima de 80%), enraizamento intermediário (em torno de 50%) e de baixo enraizamento (13% a 30%) (ATROCH et al., 2007).

A cultivar BRS Amazonas apresenta tolerância à antracnose, principal doença do guaranazeiro, causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola*. Suas mudas via vegetação propagativa ficam prontas para o plantio em 7 meses, produzem com dois anos após o plantio definitivo, produtividade média de 1,49kg de semente seca por planta por ano, com alto teor de caféina (3,72%). É uma das cinco cultivares mais recomendadas pela Embrapa (Embrapa, 1999).

Já a cultivar BRS-CG611 também é tolerante à antracnose, também precoce e produtiva, iniciando a produção aos dois anos após plantio no campo e atingindo em torno de 1,39 kg/planta/ano. É recomendada em cultivos multiclonais com outras cultivares da espécie (Embrapa, 2003).

Enquanto que a cultivar BRS-CG372 apresenta alta produtividade, cerca de 1,5 kg/planta/ano, resistência à antracnose e precocidade na formação de mudas (7 meses) e para início da produção (Embrapa, 2003).

Estas cultivares, se propagadas por estaquia, apresentam muitas vantagens em relação às plantas produzidas por sementes, tais como: maior índice de sobrevivência no campo (95%) após quatro anos do plantio, enquanto propagadas por sementes, não melhoradas, chegam apenas em 20%. O que significa que a propagação vegetativa resulta em menor custo de implantação e maior vigor no plantio, além da fixação das características de interesse agrônomo da cultivar.

### **3.1.6. FITORMÔNIOS COMO COFATORES DO ENRAIZAMENTO**

Hormônio vegetal ou fitormônio é um composto natural sintetizado em uma parte específica da planta e transportado para outra parte na qual em pequenas concentrações causa resposta fisiológica (SALISBURY e ROSS, 2012).

Os hormônios vegetais podem causar modificações fisiológicas ou morfológicas, e ainda influenciar processos fisiológicos das plantas como germinação, crescimento e desenvolvimento, florescimento, frutificação, senescência e abscisão. (VIEIRA et. al., 2010).

Os reguladores vegetais são compostos sintéticos, que não são produzidos pelas plantas, mas que aplicados exógenamente, podem produzir efeitos similares aos grupos de hormônios vegetais (VIEIRA et. al., 2010). Os principais reguladores de interesse na propagação de plantas são as auxinas, citocininas, giberilinas, ácido abscísico e o etileno, podendo promover ou inibir a iniciação de raízes adventícias (HARTMANN et. al., 2002).

A estquia é uma técnica consolidada, porém o percentual de enraizamento de estacas da mesma espécie é diferente (AZEVEDO et. al., 2015). Portanto, ao realizar esse tipo de propagação na produção de mudas, a compreensão dos fatores que afetam a formação das raízes é necessária (CUNHA et. al., 2009), dos quais se destacam os reguladores de crescimento (KRATZ et. al., 2012).

### 3.1.6.1. AUXINAS

A auxina foi o primeiro hormônio vegetal descoberto, os primeiros estudos fisiológicos acerca do mecanismo de expansão celular vegetal foram focalizados na ação desse hormônio. Consideradas as principais substâncias indutoras do enraizamento adventício, as auxinas estimulam a síntese de etileno, favorecendo assim a emissão de raízes principalmente para espécies de difícil enraizamento (HARTMANN et. al., 2002).

A descoberta da auxina natural, ácido indol acético (AIA) e das auxinas sintéticas: ácido indol-3-butírico (AIB) e ácido naftaleno acético (ANA) foi um marco na história da propagação vegetativa, são os mais utilizados por estimular maior produção de enraizamento adventício em estacas (HARTMANN et. al., 2002).

Desde o início da sua utilização, os reguladores vegetais, sempre estiveram presentes nos trabalhos de propagação, pois proporcionam maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento, embora a sensibilidade das células vegetais e de clones seja variável (WENDLING e XAVIER, 2005).

As auxinas compõem o grupo de fitoreguladores de crescimento envolvidas em várias atividades da planta, como formação de raízes adventícias e ativação das células cambiais (GOULART, 2010). Representam uma classe de hormônios vegetais envolvidos em muitos aspectos do crescimento, desenvolvimento e respostas das plantas a eventos ambientais (BRONDANI, 2012).

Em determinadas situações, a aplicação de auxinas pode promover ou inibir a iniciação de raízes adventícias, dependendo da espécie, do clone, do estado de maturação, do tipo de material e da época do ano, entre outros fatores (HARTMANN et. al., 2011).

Ao longo do ciclo de vida dos vegetais as auxinas desempenham importantes papéis, onde seus estímulos estão ligados ao alongamento celular, fototropismo, geotropismo, dominância apical, diferenciação dos tecidos vasculares, extensibilidade da parede celular, embriogênese, síntese de etileno, desenvolvimento das gemas florais e dos frutos, partenocarpia, abscisão e indução de rizogênese (TAIZ e ZIEGER, 2009; HARTMANN et. al., 2011).

As auxinas são empregadas de diferentes formas e quantidades nas estacas caulinares, principalmente por meio de imersão em solução concentrada, ou imersão em pó, cujo concentrado é misturado com talco inerte favorecendo o enraizamento (XAVIER et. al., 2009).

Tratar as estacas com auxinas, além de estimular a iniciação radicular promove o aumento da porcentagem de estacas enraizadas, acelera o tempo de formação das raízes e conseqüentemente diminui a permanência das estacas no leito de enraizamento (MIRANDA et. al., 2004).

O emprego de soluções concentradas permite maior homogeneidade na aplicação e maior uniformidade ao enraizamento, variando conforme a duração do tratamento. Variações de tempo e concentrações podem ser benéficas ou tóxicas ao material vegetativo (ONO E RODRIGUES, 1996). Concentrações exatas não são claras, porém doses abaixo dos níveis críticos são ineficientes e doses acima desse nível impedem a formação de raízes e gemas (JANICK, 1966).

Pesquisas realizadas em cultivares de guaranazeiro, mostraram ser possível a obtenção de mudas de guaraná pelo processo de estaquia, encontrando resultados satisfatórios com ramos do tipo herbáceos e semi-lenhosos, tratando estacas por via seca, com uma mistura de Seradix (com 2 % do ácido 4 - indo1 - 3 butírico) e Captan 50% m proporção de 1 :2 e irrigação por nebulização automática (CÔRREA e STOLBERG, 1981).

Outros estudos demonstraram que porcentagem de estacas de guaranazeiro enraizadas diminuiu com o aumento das doses de AIB (ATROCH et. al., 2007). Altas dosagens inibem o enraizamento (ALBERTINO et. al., 2012). O que também foi observado em estacas herbáceas de figueira, estacas enraizadas tratadas com AIB variaram de 80% a 0% entre as concentrações de 0 a 3.000 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente (PAULA et. al., 2009).

### **3.1.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE VIVEIRO**

Viveiro é o lugar onde germinam e se desenvolvem todo tipo de planta. É um ambiente onde as mudas serão cuidadas até adquirir idade e tamanho suficientes para serem levadas ao local definitivo, para plantio. Os viveiros contam com diferentes tipos de infraestrutura, que vão depender do seu tamanho e de suas características (Embrapa, 2016). Também se considera a quantidade de mudas que será produzida e a capacidade (mão de obra) de plantio e manutenção.

Quanto ao tipo, os viveiros podem ser classificados como permanente, onde são produzidas mudas de maneira contínua e por tempo indeterminado e viveiro temporário, que produzem mudas para uma determinada área e por um período de tempo limitado (Embrapa, 2016).

Para produzir mudas de guaranazeiro, o viveiro utilizado é o permanente e deve ser construído em local próximo a uma fonte de água, em terreno plano, com uma leve inclinação, facilitando a drenagem e evitando que haja encharcamento (Embrapa, 2005).

O material utilizado para sua construção pode ser com madeira de lei ou tratada, estacas de concreto ou pilares feitos com tubos de PVC preenchidos com concreto, com no mínimo 3,0 m de comprimento, sendo 2,2 m de altura depois de enterrados. Na parte superior, arame ovalado de aço zincado com bitola de 2,4 x 3,0 mm, em linhas verticais é fincado, para alicerçarem o sombrite, cobrindo a estrutura, com 70% de sombreamento em cima e nas laterais 40% a 50% de sombra. Também servirão de quebra-vento e impedem a entrada de animais. É indicado plantar espécies arbustivas da região, funcionando como quebra-vento natural (Embrapa, 2005).

Há muitos tipos de irrigação utilizados em viveiros, porém a nebulização intermitente é o que proporciona melhores resultados na propagação vegetativa do guaranazeiro. Consiste em um dispositivo de admissão de água acoplado a um dispositivo disparador (tanque rompe-carga e balança de evaporação). Esse sistema proporciona umidade necessária para o bom desempenho do enraizamento das estacas, promovendo uma proteção eficiente da superfície foliar dos meios folíolos, através de uma fina camada de água distribuída de maneira uniforme e em sincronia com a taxa de transpiração que esteja ocorrendo durante o dia (Embrapa, 2005). Os sacos com o substrato são dispostos entre as linhas dos tubos de nebulização para evitar o gotejamento dos nebulizadores sobre as mudas.

A Embrapa (2005) também recomenda nos primeiros 90 dias após o plantio das estacas, um estande de aproximadamente 80 mudas por metro quadrado. Após esse tempo, o estande é reduzido para cerca de 50 mudas por metro quadrado, diminuindo a competição por luz entre as plantas.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS.

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, km 29 da rodovia AM-010, latitude 02° 55' S e longitude 59° 59' W, no município de Manaus, AM.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5, sendo 3 cultivares de guaranazeiro (BRS-Amazonas, BRS-CG372 e BRS-CG611) e 5 doses de AIB (0, 1000, 2000, 3000 e 4000ppm), com 4 repetições. A unidade experimental foi formada por 10 estacas herbáceas, coletadas do ramo do ano.

O substrato utilizado para o enchimento dos sacos foi composto por terriço da mata e areia, na proporção de 4:1. Em 1 metro cúbico da mistura, foi adicionado 3 kg de superfosfato simples. Após preencher os sacos, uma fina camada de areia (1 a 2 cm de espessura) foi colocada sobre o substrato para evitar a formação de crostas superficiais e a incidência de plantas invasoras (Embrapa, 2005).

Sacos plásticos de cor preta, medindo 23 x 18 cm, com 0,15 mm de espessura e 24 furos de 5 mm de diâmetro, para drenagem do excesso de água, foram utilizados para o plantio das estacas.

O critério de seleção das cultivares foi o potencial de enraizamento de suas estacas, sendo BRS Amazonas, considerada de fácil enraizamento, BRS-CG611 de médio enraizamento e BRS-CG372, como de difícil enraizamento, segundo Atroch, 2007. Esses materiais já foram avaliados e recomendados para plantio comercial no Estado do Amazonas, pela Embrapa Amazônia Ocidental.

As estacas foram retiradas de ramos herbáceos, lançados no ano da coleta, em plantas matrizes vigorosas, sem sintomas de doenças ou deficiências nutricionais, nem ataque de pragas.

A coleta dos ramos foi realizada nos plantios de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental, nas primeiras horas da manhã para diminuir a perda de água do material a ser propagado. Após o corte dos ramos, estes foram umedecidos e acondicionados em caixas de isopor fechadas para o transporte até o viveiro, onde as estacas foram confeccionadas (Embrapa, 2005).

Cada estaca continha uma gema vegetativa e um par de folíolos cortado ao meio, para reduzir a transpiração. Na parte basal das estacas foram aplicadas diferentes concentrações de AIB, conforme cada tratamento. Em seguida, as estacas foram plantadas

em sacos de polietileno e mantidas no ambiente de viveiro, para o enraizamento (Embrapa, 2005).

As doses de AIB utilizadas foram: 0 (testemunha, tratada apenas com talco inerte), 1000, 2000, 3000 e 4000 ppm; aplicado por via seca, nas concentrações das doses. O tratamento das estacas foi realizado tocando sua base na mistura de AIB ou no talco inerte, seguido do plantio em saco plástico para mudas.

As estacas foram mantidas em temperatura ambiente, irradiância reduzida em 70%, sob nebulização intermitente, controlada por uma balança de evaporação, onde a superfície dos meios folíolos era protegida por uma fina camada de água. O sistema de nebulização funcionou em sincronia com a taxa de transpiração para evitar a desidratação dos tecidos, promovendo umidade necessária de forma a garantir os processos fisiológicos do enraizamento das estacas (Embrapa, 2005).

Os canteiros onde as mudas foram mantidas continham inclinação de 10%, com uma camada de seixo de 10 cm de espessura, para facilitar a drenagem e evitar o encharcamento. Diariamente, a temperatura e a umidade foram registradas com o auxílio de um termohigrômetro digital.

#### **4.1 BIOMETRIA.**

Após 90 dias de enraizamento, as estacas foram separadas do substrato por dispersão em água corrente e agitação manual, obtendo-se o sistema radicular intacto para a avaliação do número de estacas com calos (estacas vivas, com formação de massa celular indiferenciada na base e sem raízes); número de estacas enraizadas (estacas com pelo menos uma raiz adventícia formada); número de estacas mortas (estacas que apresentarem tecidos necrosados); número de raízes formadas; comprimento das raízes (cm); volume das raízes (ml) e peso da matéria seca das raízes (g).

Todas as raízes foram cortadas rente ao ponto de inserção na estaca e posteriormente, contadas e medidas. A medição do comprimento foi com auxílio de régua, calculando-se a média por estaca.

O volume das raízes foi medido pelo deslocamento de água provocado pela introdução das raízes em uma proveta graduada.

O peso da matéria seca foi obtido por meio da secagem das raízes em estufa à 70°C até peso constante, o peso foi obtido com uso de uma balança digital de precisão, duas casas decimais foram consideradas.

#### **4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.**

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), precedidos de análise quanto a normalidade e homogeneidade, pelos testes de Lillifors, respectivamente. Por não atender aos pressupostos, os valores de porcentagem foram transformados para  $(\sqrt{x + 0,5})$ . O software utilizado foi o Genético e estatística experimental-GENES e Assistat 7.7.

As variáveis significativas para as doses de AIB foram submetidas à análise de regressão. Os critérios de seleção da equação foram a significância do teste F, o valor do coeficiente de determinação e a equação de melhor ajuste aos dados originais combinados à explicação biológica da característica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as características de percentagem encontra-se na tabela 1. O fator AIB isoladamente, não foi significativo para o percentual de estacas enraizadas e estacas com calo, apenas para estacas mortas. O fator cultivar, isolado, apresentou significância nas três características avaliadas. Já na interação dos fatores AIB x Cultivar, houve significância apenas para a porcentagem de estacas enraizadas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para percentual de estacas enraizadas (EE), de estacas mortas (EM) e de estacas com calo (EC) de três cultivares de guaranazeiro, submetidas a cinco doses de AIB. Manaus, 2019.

FV	GL	Quadrados Médios		
		EE	EM	EC
AIB	4	1,5283ns	10,8615*	2,6681ns
Cultivar	2	24,5178**	97,1554**	207,0198**
AIB x Cultivar	8	3,4230*	2,6344ns	1,2321ns
Resíduo	45	1,3985	3,0196	3,7760
CV (%)		17,98	36,16	50,58

\* e \*\* = significativo a 5% e 1 % de probabilidade, respectivamente; NS = não significativo pelo teste F.

O efeito do AIB foi significativo para o comprimento de raízes, volume de raízes e peso da matéria seca das raízes, enquanto que o fator cultivar influenciou significativamente todas as características estudadas. Na interação dos dois fatores, houve diferença significativa apenas para volume de raízes (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de raízes, comprimento de raízes (CR), volume de raízes (VR) e peso da matéria seca das raízes (PSR) de três cultivares de guaranazeiro, submetidas a cinco doses de AIB. Manaus, 2019.

FV	GL	Quadrados Médios			
		NR	CR	VR	PSR
AIB	4	25,8333ns	55,1658*	1,6868**	0,0955*
Cultivar	2	881,3166**	119,0856**	9,0065**	0,6709**
AIB x Cultivar	8	75,2333ns	27,6337ns	2,4594**	0,0477ns
Resíduo	45	44,0166	19,3826	0,4281	0,0276
CV (%)		43,99	29,15	41,14	48,28

\* e \*\* = significativo a 5% e 1 % de probabilidade, respectivamente; NS = não significativo pelo teste F.

As cultivares BRS-CG372 e BRS-CG611, apresentaram as maiores porcentagens de estacas enraizadas. Já a cultivar BRS Amazonas foi a com menor percentual de enraizamento e menor mortalidade das estacas. Para o percentual de estacas com calos, BRS Amazonas foi a cultivar que apresentou maior formação de calos em suas estacas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias para percentual de estacas enraizadas (EE) (%), de estacas mortas (EM) e de estacas com calo (EC) de três cultivares de guaranazeiro, independente da aplicação do AIB. Manaus, 2019.

Cultivar	Médias (%)		
	EE	EC	EM
BRS-CG372	49,00 a	6,50 b	45,00 a
BRS-CG611	57,00 a	9,5 b	33,50 a
BRS Amazonas	31,50 b	58,50 a	10,50 b

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conforme Atroch et. al (2007), as cultivares de guaranazeiro estão divididas em quatro classes, conforme a capacidade de enraizamento de suas estacas: classe 1, de fácil enraizamento (acima de 80%); classe 2, de enraizamento intermediário (em torno de 50%); classe 3, de difícil enraizamento (de 30 à 40%) e classe 4 de péssimo enraizamento (menor que 30%).

Mesmo apresentando, um dos maiores percentuais de estacas enraizadas, a cultivar BRS-CG372 pode ser classificada, segundo Atroch et. al. (2007) como de difícil enraizamento. O maior número de estacas mortas confirma a dificuldade de enraizamento desta cultivar. Este resultado confirma os estudos De Arruda et. al. (2007), que ao testar a capacidade de enraizamento de 12 clones de guaranazeiro, aponta o pior resultado encontrado para essa cultivar, com 15% de estacas enraizadas.

Existe grande variação entre cultivares de guaranazeiro, quanto o enraizamento de estacas, tal fato tem sido comprovado pelas pesquisas ao longo do tempo. Trabalhos como o de Corrêa e Stolberg (1981) observaram variação de 4,3% a 100% entre as cultivares. Quase 30 anos depois, Atroch et. al. (2007), registraram variação de 16,5% a 85,2% para 11 cultivares testadas. Neste mesmo ano, Arruda et. al. (2007), encontrou variação de 15% a 88,5% para 12 cultivares. Resultados obtidos por Albertino et. al. (2012) também comprovam essa variação, sendo de 45,41% a 76,25% entre seis cultivares de guaranazeiro.

Outras espécies, também sofrem grande influência do genótipo. Rodrigues Borges et. al. (2011), pesquisando Eucalipto, encontrou variação entre os genótipos estudados, que variou de 25 à 90%. Da Rosa et. al. (2018) pesquisaram o efeito do genótipo no enraizamento de pessegueiro e a porcentagem de estacas enraizadas variou de 66,66% a 44,44%, conforme o genótipo estudado.

Segundo Mendonça (1991) a formação de raízes em estacas de guaranazeiro, inicia com o intumescimento da extremidade basal da estaca pela formação de um tecido caloso, as células desse tecido sofrem diferenciações progressivas e constituem a raiz e, posteriormente, o sistema radicular da estaca. Segundo Dias et. al. (2012), quanto mais acelerado for esse processo, maior será a possibilidade do enraizamento adventício. Possivelmente isso explica a rizogênese da BRS Amazonas, classificando-a como uma cultivar tardia, tendo em vista que apresentou a maior formação de calo, menor índice de mortalidade, porém menor percentual de enraizamento, sendo necessário maior tempo de enraizamento, em comparação com as demais (Tabela 3).

No entanto, segundo, Vêras, (2018), a calogênese pode ser um indicativo de enraizamento, porém é um processo independente e não necessariamente vai acarretar no enraizamento, visto que as raízes adventícias em estacas de plantas com crescimento secundário podem ser oriundas do tecido jovem do floema secundário, dos raios vasculares, do câmbio ou dos calos produzidos na base das estacas.

Resultados semelhantes foram obtidos nos estudos de Enriquez (2015), ao testar o desenvolvimento de estacas de diferentes genótipos de Café Conilon, onde o genótipo que obteve maior porcentagem de calogênese apresentou baixa porcentagem na emissão de raiz.

Outros estudos também constataram variação na formação de calos e rizogênese em algumas espécies, como a pesquisa de Pereira et. al. (2018), sobre o enraizamento de estacas de diversas fruteiras nativas do cerrado (*Annona crassiflora*, *Dipteryx alata*, *Eugenia dysenterica*, *Hancornia speciosa* e *Carvocar brasiliense*). A rizogênese foi lenta em algumas espécies, levando 120 dias para a formação de calos e primórdios de raízes em *Eugenia dysenterica* e até 180 dias em *Dipteryx alata*.

A porcentagem de enraizamento encontrada para BRS-CG611 agrupa esta cultivar à classe de enraizamento mediano, sendo similar aos resultados obtidos por Albertino et. al. (2012), com 68,75% e Atroch et. al. (2007), com 67,89% de estacas enraizadas. Porém, difere das pesquisas de Arruda et. al. (2007), que obtiveram 41,70 % de estacas enraizadas.

A habilidade dos tecidos das plantas para a formação de raízes adventícias depende de vários fatores que precisam ser considerados. Estes fatores podem endógenos e exógenos e ainda, a interação entre eles (FACHINELLO et. al., 2005; FELICIANA et. al., 2017).

Estacas herbáceas têm maior capacidade de formação de raízes, estacas apicais possuem grau de maturação fisiológica e de lignificação menor, sendo mais propensas à formação de raízes (XAVIER et. al., 2009). Neste estudo, cada estaca de guaranazeiro, continha uma gema vegetativa. Considerada região de crescimento ativo, onde as auxinas são preferencialmente sintetizadas (RODRIGUES BORGES et. al., 2011). Essa presença da gema contribui para a elevação dos níveis endógenos de auxina, que, provavelmente, varia entre as cultivares, refletindo no potencial de enraizamento de cada uma delas.

O crescimento e a produtividade de uma planta estão diretamente relacionados à ótima atividade do sistema radicular, que tem como função principal absorver água e nutrientes e também promover sua sustentação no solo (DE ASSIS et. al., 2014).

Na avaliação da qualidade do sistema radicular, a cultivar BRS-CG372 foi superior em todas as características avaliadas, exceto no comprimento de raízes que não diferiu da BRS-CG611 (Tabela 4), o que indica boa qualidade do sistema radicular, conferindo maior sustentação da planta, o que pode resultar em muda mais vigorosa e conseqüentemente, maior de sobrevivência no campo (BEZZERA, 2017).

Tabela 4. Comprimento (CR), número (NR), volume (VR), peso da matéria seca (PSR) das raízes de estacas de três cultivares de guaranazeiro, independente da aplicação do AIB. Manaus, 2019.

Cultivar	Médias			
	CR (cm)	NR	VR (ml)	PMSR (g)
BRS CG372	16,12 a	21,95 a	2,35 a	0,54 a
BRS CG611	16,86 a	14,60 b	1,30 b	0,28 b
BRS Amazonas	12,31 b	8,7 c	1,10 b	0,19 b

\* e \*\* = significativo a 5% e 1 % de probabilidade, respectivamente; NS = não significativo pelo teste F.

A dimensão do sistema radicular é crucial na aquisição de nutrientes, pois quanto maior a área do solo explorada pelas raízes, maior será a absorção, mas se faz necessário considerar o custo metabólico de um sistema radicular muito desenvolvido em relação à eficiência na aquisição de nutrientes (LYNCH et. al., 2011).

O número e comprimento de raízes formadas nas estacas são as variáveis mais relevantes na produção de mudas, considerando também o percentual de estaca enraizada (RIBEIRO et. al., 1996).

Para a sobrevivência de mudas provenientes de propagação vegetativa, o número de raízes na estaca é considerado mais importante do que o seu comprimento, isso porque a área de absorção de água e nutrientes torna-se maior (BIONDI et. al., 2008). Além disso, as mudas formadas possuirão melhor desenvolvimento, uma vez que estacas com raízes maiores têm mais chance de perda ou danos na transposição de mudas para outro recipiente, assim sendo, é importante ter mais raízes do que raízes muito longas (CUNHA LIMA, 2018).

Nesta pesquisa, a tendência de maior número de raízes ocorreu apenas para a cultivar BRS-CG372, as demais obtiveram menor número de raízes, porém, maior comprimento, o que também é satisfatório, pois segundo Rossiello et. al. (1995) e Benedetti et. al. (2017), o comprimento da raiz é uma característica utilizada na determinação da densidade e do crescimento radicular.

O número maior de raízes fisiologicamente ativas concomitantemente à maior área superficial radicular reflete no aumento do volume de solo explorado, pode ter efeitos positivos sobre a produção, devido à maior capacidade de adaptação das plantas ao ambiente sob condições adversas, bem como para o aumento da absorção de nutrientes (BORCIONI et. al., 2016).

Apesar de ser uma das cultivares recomendadas para plantio no Amazonas Embrapa (2003), devido suas excelentes características morfológicas e agrônômicas, alta produtividade, tolerância à antracnose, nesta pesquisa, a cultivar BRS-CG372 apresentou baixo índice de enraizamento e alta mortalidade das estacas, inviabilizando as atividades de viveiristas, apesar da boa qualidade das raízes formadas.

O maior peso da matéria seca das raízes registrado na cultivar BRS-CG372, possivelmente pode está relacionado ao maior número e comprimento de raízes formadas em suas estacas. Entretanto, o menor valor de biomassa seca das raízes da cultivar BRS Amazonas, pode ser devido ao direcionamento dos assimilados para outras atividades, como por exemplo, a grande produção de calos, sem um significativo aumento do crescimento do sistema radicular (STEFFEN et.al., 2011).

A aplicação de auxina exógena em estacas de propagação vegetativa é uma prática utilizada para promover e/ou melhorar o enraizamento. Dentre os fitorreguladores mais utilizados, está o ácido indol- 3 -butírico (AIB) (FACHINELLO et. al., 2005). Em relação a

aplicação do AIB, independente da cultivar, houve crescimento da raiz com aumento da dose (Figura 1).

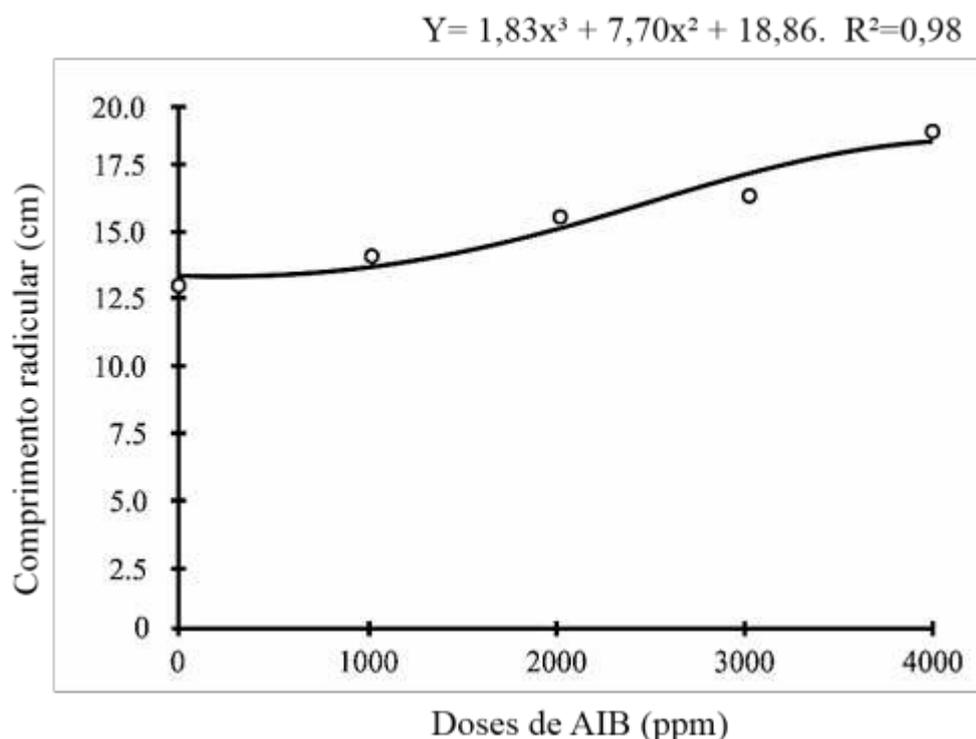


Figura 1: Comprimento de raízes (cm) de estacas de guaranazeiro, submetidas à cinco doses de AIB. Manaus, 2019.

Apesar da baixa variação no comprimento das raízes em função do aumento das doses de AIB, Estes apresentaram melhores resultados com as maiores concentrações do fitormônio. Em um estudo realizado por Almeida et. al. (2014), a aplicação de AIB aumentou o tamanho das estacas de Pitaia. Segundo o autor, as plantas propagadas por estacas de tamanho grande (17 a 26 cm), tratadas com 3.000 mg de AIB apresentam melhor enraizamento, incluindo os maiores comprimentos de raízes. Pizzato et. al (2011), avaliando a influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco, por estaquia, o comprimento radicular duplicou com a adição de 1,6 g L<sup>-1</sup> de AIB.

Conforme a concentração utilizada e o tempo de exposição, a auxina inibe ou estimula o crescimento e a diferenciação dos tecidos, existindo um nível ótimo para estas respostas fisiológicas (TAIZ E ZEIGER, 2013).

Auxinas na base das estacas favorece a promoção mais rápida da iniciação de raízes adventícias (XAVIER et. al., 2009). Assim, acredita-se que o fato de o AIB induzir mais rapidamente à rizogênese, isso tenha favorecido a obtenção dos maiores comprimentos de raízes das estacas de guaranazeiro.

Quanto ao volume de raízes, houve incremento com o aumento da concentração de AIB. O ponto de máximo volume foi atingido com a maior dose de AIB, com aumento em torno de 38 % no volume das raízes de guaranazeiro, independente da cultivar (Figura 2).

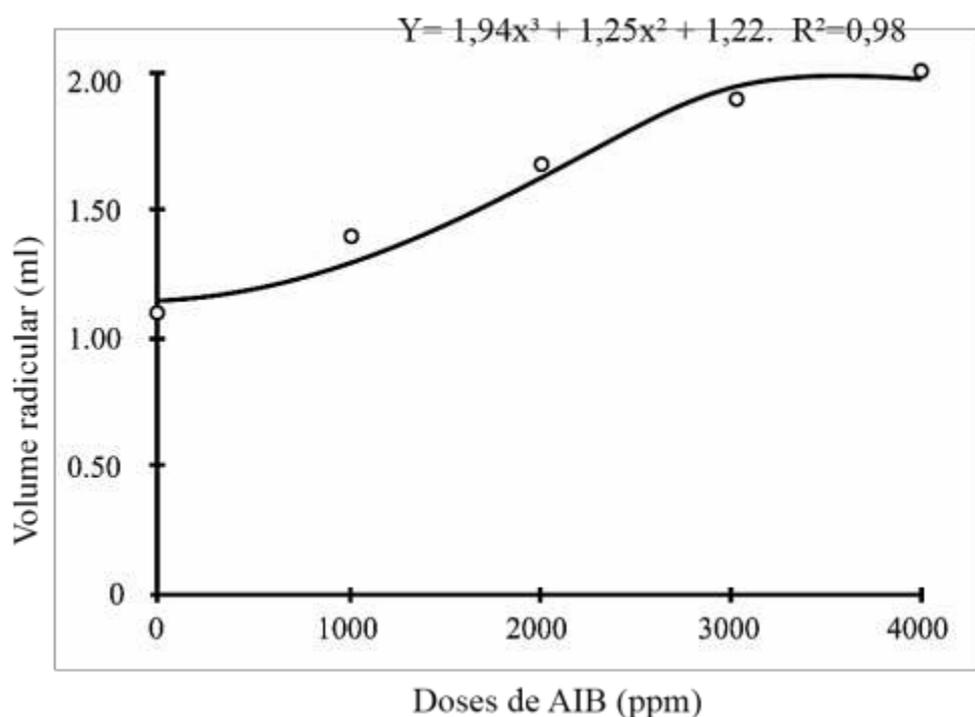


Figura 2. Volume de raízes (ml) de estacas de guaranazeiro, submetidas à cinco doses de AIB. Manaus, 2019.

Conforme Hartmann et. al. (2011), a aplicação de auxina sintética pode proporcionar maior velocidade de formação e uniformidade do sistema radicular. Este regulador age como um ativador de genes. Estes genes promovem a diferenciação celular que alcança um estado meristemático, sendo mostrado um primórdio de raiz reconhecível com subsequente crescimento e emergência radicular suficiente para proporcionar a sustentação vegetal (XAVIER et. al., 2013).

O volume radicular é um parâmetro importante, pois apresenta relação direta com a área do solo explorada pelas raízes. O estímulo ao seu crescimento pode refletir em melhor aporte nutricional e sustentação para a planta, devido ao grande volume de solo explorado (ARAÚJO DINIZ et. al., 2009). Um sistema radicular abundante também determina maior atividade microbiana, o que tem influência positiva sobre o crescimento das plantas (FURLANI et. al., 2018).

O aumento do volume radicular propicia maior ganho na absorção de água e nutrientes (NEUMANN et. al., 2018), contribuindo para a rápida alocação de substâncias para a planta (DOURADO NETO et. al., 2014).

Para o peso da matéria seca das raízes, os valores variaram. Conforme houve o aumento da dose, o peso seco das raízes também aumentou, sendo a maior dose de AIB a que mostrou maior peso seco de raiz (Figura 3).

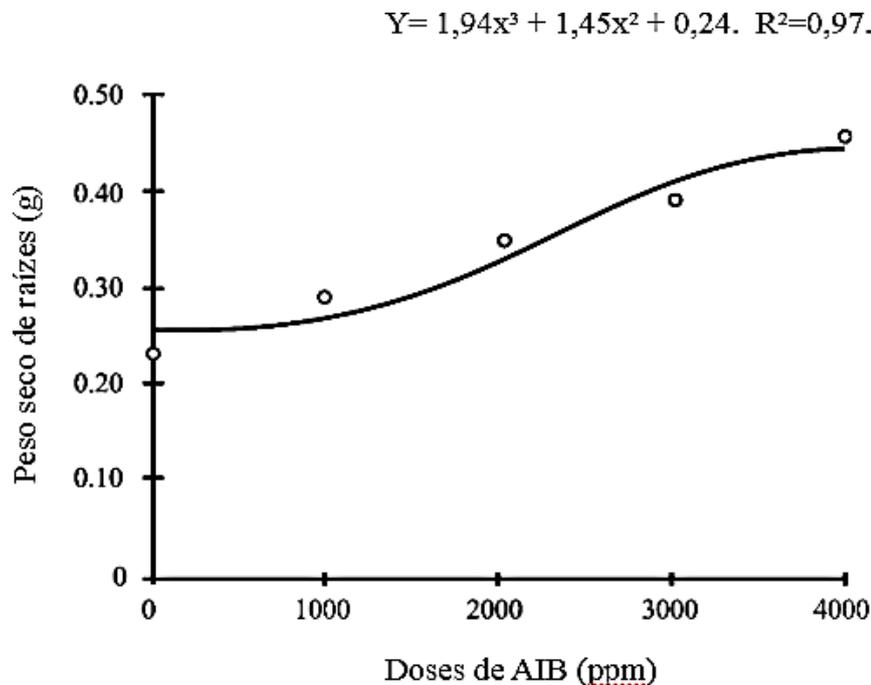


Figura 3. Peso da matéria seca das raízes (g) de estacas de guaranazeiro, submetidas à cinco doses de AIB. Manaus, 2019.

O acúmulo de matéria seca nas raízes também aumentou com adição de AIB, o que indica absorção de nutrientes. Porém, o estado nutricional da planta matriz doadora da estaca influi diretamente nessa produção de matéria seca na raiz (GALINDO et. al., 2018).

Segundo Neumann et. al. (2018), a relação entre o aumento da massa fresca e seca deve-se ao estímulo da divisão celular promovido pelo balanço hormonal, proporcionando o acréscimo no número de células, promovendo a expansão das mesmas.

Esses resultados positivos são indicativos da eficiência do AIB para a melhoria na qualidade do sistema radicular das estacas de guaranazeiro, tanto no comprimento, quanto no volume, bem como no peso da matéria seca das raízes. Nesse sentido, o AIB proporcionou boas qualidades às estacas, o que pode refletir positivamente, no estabelecimento das mudas em campo bem como no desenvolvimento adequado das plantas, tendo em vista que para isso, é preciso que o sistema radicular seja de boa qualidade (SILVA et. al., 2012).

A maior dose de AIB elevou a mortalidade das estacas (Figura 4). O fornecimento exógeno de auxina pode promover alteração hormonal, favorecendo ou não o enraizamento, haja vista que essas substâncias possuem efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual, qualquer acréscimo passa a ter efeito tóxico.

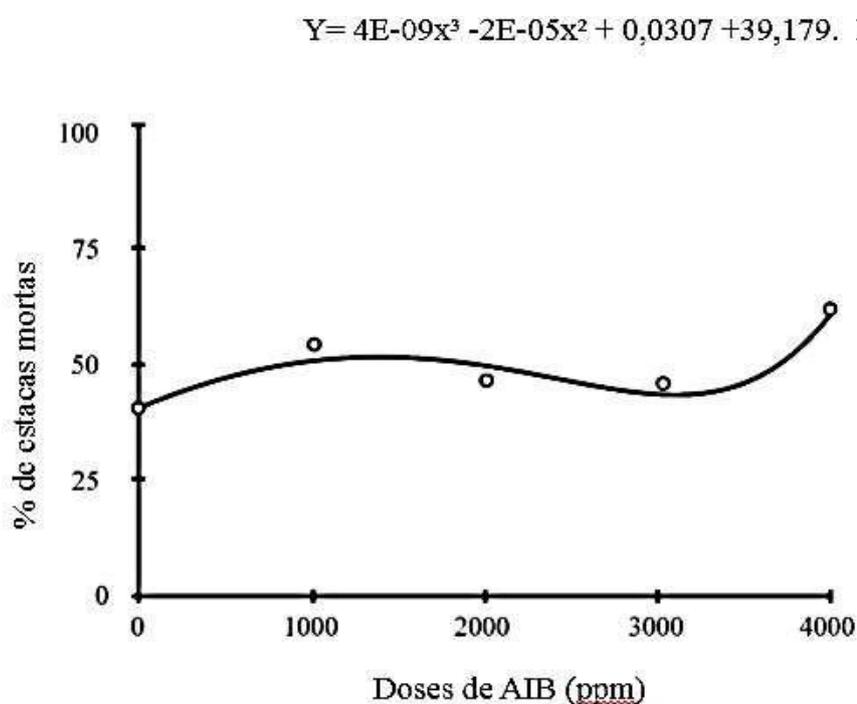


Figura 4. Percentual de estacas mortas (%), de guaranazeiro, submetidas a cinco doses de AIB. Manaus, 2019.

Na estaquia, muitas vezes a aplicação de reguladores de crescimento é decisiva para a formação de raízes e, tem por finalidade, aumentar a porcentagem de estacas que formam raízes, acelerar sua iniciação, aumentar o número e qualidade das raízes formadas e uniformizar o enraizamento (FACHINELLO et. al., 2005). Mesmo que haja controle total dos fatores ambientais na indústria de propagação moderna, altas perdas econômicas ocorrem, devido a um enraizamento insuficiente (VELOZA et. al., 2017).

Ainda que a aplicação do AIB tenha contribuído para o incremento do sistema radicular formado, tornou o percentual de enraizamento menor, ocasionando a mortalidade das estacas.

Resultado semelhante foi obtido por Veras et. al. (2018), onde o incremento nas doses de AIB aumentou o percentual de estacas mortas de umbu-cajazeira, sendo os maiores percentuais de estacas vivas, observados no tratamento sem AIB.

Em pesquisas já realizadas com enraizamento de estacas de guaranazeiro, Albertino (2011) afirma que o maior percentual de enraizamento e o menor índice de mortalidade das estacas foram obtidos no tratamento sem aplicação de AIB, independente, da cultivar estudada.

O potencial de enraizamento pode depender da concentração de hormônios, da condição fisiológica e nutricional da planta matriz, do hábito de crescimento da planta, entre outros fatores, o que justifica a diversidade de respostas em diferentes espécies (DENAXA et. al., 2012).

O desdobramento da interação Cultivar x AIB, mostrou comportamento diferente, entre as cultivares, dentro de cada dose do fitormônio, quanto ao percentual de estacas enraizadas. Sem adição de AIB, a cultivar BRS-CG372 foi a que enraizou melhor, enquanto que a BRS-CG611 foi a cultivar que manteve bom enraizamento em todas as doses aplicadas, inclusive no tratamento controle, sem AIB. BRS Amazonas obteve maior percentual de enraizamento com 4000 ppm de AIB, porém não diferiu de BRS-CG611 (Tabela 5).

Tabela 5. Percentual de estacas enraizadas de três cultivares de guaranazeiro, dentro de cada dose de AIB. Manaus, 2019.

Cultivar	Doses de AIB (ppm)				
	0	1000	2000	3000	4000
BRS-CG372	60,00 a	47,50 ab	52,50 ab	57,50 a	15,00 b
BRS-CG611	47,50 ab	57,50 a	65,00 a	67,50 a	57,50 a
BRS Amazonas	27,50 b	22,50 b	35,00 b	25,00 b	75,00 a

\* e \*\* = significativo a 5% e 1 % de probabilidade, respectivamente; NS = não significativo pelo teste F.

A auxina é um fitoregulador, que pode ser produzido endogenamente nas regiões de crescimento, como ápice caulinar, gemas e folhas. Mas, esta substância indutora da formação de raízes pode ser abundante, escassa ou mesmo ausente no interior da planta, de acordo com a condição fisiológica e genética da estaca (PIZZATO et. al., 2011), essa pode ser as explicações para a diferença de comportamento das cultivares nas diferentes doses de AIB.

O fator genético contribui muito para os resultados do enraizamento de estacas de guaranazeiro e, Atroch et. al. (2007), afirma a existir um forte componente genético com relação à capacidade e/ou habilidade para o enraizamento entre as diferentes cultivares.

Portanto, o teor de auxina endógena deve ser levado em consideração na propagação vegetativa, tendo em vista que as plantas já apresentam um conteúdo endógeno de auxina que varia até mesmo entre cultivares da mesma espécie (PEÑA PENÃ et. al., 2012).

A cultivar BRS Amazonas só expressou seu maior potencial de enraizamento (75%) com a mais alta concentração do fitormônio (4000ppm), enquanto BRS-CG372 já apresentou bom índice de enraizamento (60%) sem uso de AIB.

Portanto, BRS-CG372, pode ser considerada uma cultivar que enraíza bem sem a necessidade do AIB, podendo ter sido tóxico em relação a essa cultivar, tendo em vista que a maior dose ocasionou redução na sua porcentagem de enraizamento. Porém, na cultivar BRS Amazonas, o resultado foi o inverso, o percentual de estacas enraizadas foi superior quando se aplicou a maior dose de AIB, logo, é uma cultivar que requer a adição do regulador vegetal para um bom enraizamento.

Essa alta variabilidade genética presente no guaranazeiro e suas diferentes respostas já foi demonstrada por diversos autores em diferentes estudos.

Da Conceição et. al. (2000) estudaram parâmetros genéticos para a germinação de sementes de 28 progênies de guaranazeiro, comparando estimativas de variações ambientais, herdabilidade e índice b, constataram que grande parte da variação presente nas progênies foi devida a efeitos genéticos.

Ainda se tratando de interação de fatores, para o volume de raízes, as cultivares apresentaram variação de comportamento dentro de cada dose de AIB. Sem adição de AIB, a cultivar BRS Amazonas foi inferior entre as demais. Já na dose de 1000ppm não houve diferença significativa entre as cultivares, na dose de 2000ppm BRS Amazonas também foi inferior, enquanto que, com 3000ppm apenas a cultivar BRS-CG372 foi superior e com 4000ppm, BRS-CG611 foi inferior (Tabela 6).

Tabela 6. Volume de raízes (VR) (ml) de estacas de três cultivares de guaranazeiro, dentro de cada dose de AIB. Manaus, 2019.

Cultivar	Doses de AIB (ppm)				
	0	1000	2000	3000	4000
BRS-CG372	1,54 ab	1,55 a	2,26 a	3,97 a	2,45 a
BRS-CG611	1,68 a	1,55 a	1,47 ab	0,82 b	1 b
BRS Amazonas	0,53 b	0,72 a	0,61 b	1,42 b	2,24 a

\* e \*\* = significativo a 5% e 1 % de probabilidade, respectivamente; NS = não significativo pelo teste F.

Rejane Fiss Timm et. al. (2015), encontraram resultados parecidos, ao avaliarem enraizamento de miniestacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro sob efeito de ácido indol -3 - butírico em diferentes concentrações (1.000, 2.000 e 3.000mg.L-1), Neste estudo, a dose de AIB estimada para o máximo de enraizamento foi de 1.590 mg. L-1, portanto, observaram o feito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual, qualquer acréscimo de auxinas teve efeito inibitório.

Fachinello et. al. (2005) relatam que aumentos nas concentrações de auxina exógena aplicada na base de estacas promovem o enraizamento até certo valor, a partir do qual qualquer acréscimo tem efeito prejudicial.

O enraizamento de estacas requer a presença de auxina, que induz a formação dos primórdios radiculares, porém, muitas vezes há um desequilíbrio nos níveis naturais desse hormônio, sendo necessário o uso de reguladores exógenos à planta e essa quantidade precisa ser investigada de forma que otimize o enraizamento sem onerar o processo de produção de mudas (PAIVA et. al., 2005).

Os reguladores podem influenciar na qualidade do sistema radicular, como o volume da raiz, que terá relação direta com desenvolvimento de plântulas, assim como com a sua sobrevivência ao transplantio, tendo por consequência um crescimento mais rápido e vigoroso (LIMA e OHASHI, 2016).

Lafetá et. al (2016) avaliando ácido indol-3-butírico no enraizamento de estacas de fedegoso gigante, observaram que as concentrações estudadas desse regulador vegetal não influenciaram no desenvolvimento do sistema radicular e aéreo das mudas, levantando a possibilidade de o teor de auxina endógena nas estacas ter sido suficiente para o enraizamento.

Esse estímulo nulo, ao crescimento do material propagativo, segundo Taiz e Zeiger (2013), é um evento que pode ocorrer quando o nível de auxina endógena na região de alongamento se encontra próximo ao ponto ótimo, a inibição também é atribuída à biossíntese de etileno, induzida por auxina.

O AIB é a auxina sintética mais utilizada e mais eficiente, por ser estável à fotodegradação, imune à ação biológica e possuir boa capacidade de promover o enraizamento, assim aumenta a porcentagem de estacas que formam raízes, o número e a qualidade das raízes formadas, bem como a uniformidade no enraizamento (MIRANDA et. al., 2003).

Portanto, o uso de auxina sintética, no caso o ácido indol – 3- butírico (AIB) pode auxiliar nesse processo, sendo uma prática muito comum, pois induz a formação de raízes adventícias, aumentando a porcentagem de enraizamento, uma vez que estacas em diferentes pontos de maturação fisiológica apresentam um comportamento diferente em relação ao enraizamento (WINHELMANN et. al., 2018).

Ainda em relação ao enraizamento de estacas, outros fatores devem ser considerados para um bom enraizamento, como as condições fisiológicas e nutricionais da planta-matriz, distribuição de hormônios, hábito de crescimento da planta e fatores do ambiente, como disponibilidade de água, substratos, luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar (HARTMAN et. al., 2011. DENAXA et. al., 2012).

A divisão celular é favorecida com o aumento da temperatura e, conseqüentemente, auxilia a formação de raízes e a produção de brotos, porém esse aumento excessivo também aumenta a transpiração e perda de água pelas folhas (MONTEIRO CARVALHO MORI DA CUNHA et. al., 2009).

Elevadas temperaturas (média de 33°C) durante a condução deste experimento podem ter favorecido perda de água pelas estacas, prejudicando o enraizamento e sobrevivência das mesmas (Figura 5).

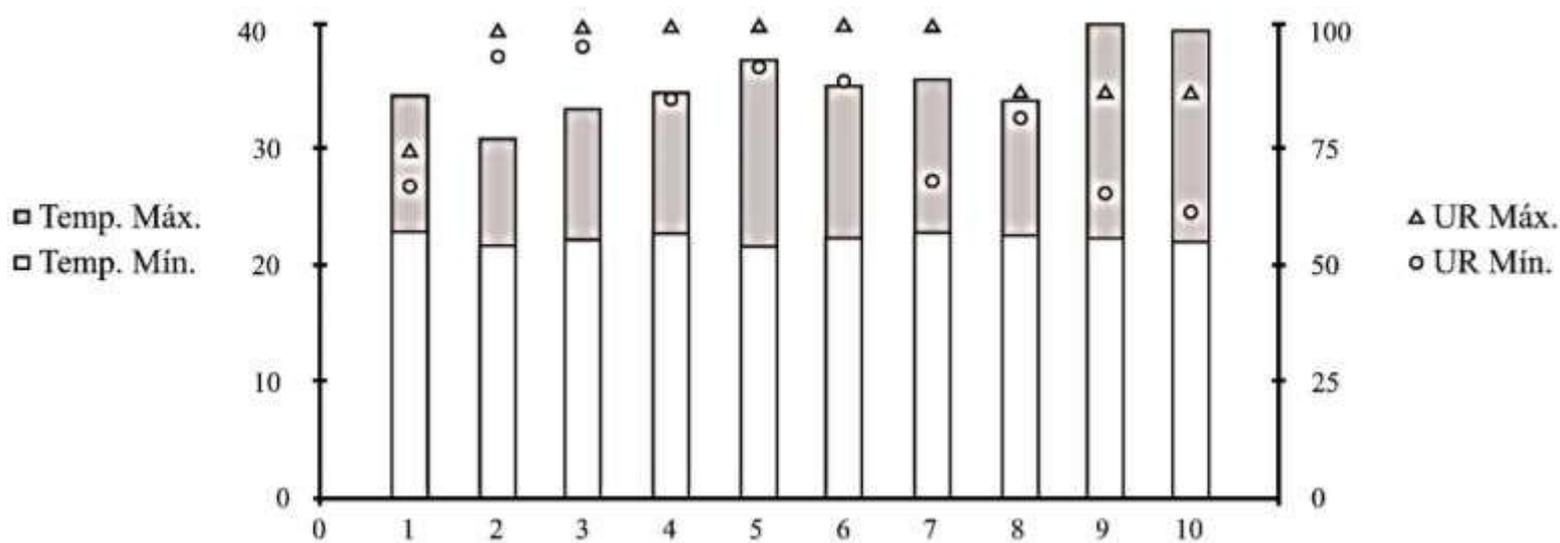


Figura 5: Médias das temperaturas mínimas e máximas, umidades relativas mínimas e máximas durante o enraizamento de estacas de guaranazeiro. Manaus, 2018.

Já temperaturas baixas diminuem o metabolismo das estacas, levando à menor produção de brotações e ao maior tempo para o enraizamento ou, até mesmo, não proporcionam condições adequadas para que ocorram indução, desenvolvimento e crescimento radicular (XAVIER, 2009).

A faixa média de temperatura ideal para o enraizamento de estacas da maioria das espécies é de 21,1°C a 26°C, enquanto que a umidade do ar na região das estacas ideal é de 80% a 100%, o que permite a manutenção da turgescência dos tecidos e sobrevivência das mesmas (HARTMANN et. al., 2002).

Em relação à umidade, é importante evitar níveis críticos, principalmente para estacas com folhas, pois, aumenta os riscos de desidratação das mesmas levando à morte antes que as raízes se formem (ZANG et. al., 2013).

O sistema de nebulização intermitente permitiu que a umidade fosse mantida (média em torno de 70%). Assim, protegia a superfície foliar dos meios folíolos, deixando-os umedecidos.

Portanto, as baixas porcentagens de enraizamento (BRS-CG372 49%, BRS-CG611 57% e BRS Amazonas 31,50%) também podem ter sido influenciadas por esse fator do ambiente, aliado à genética de cada cultivar.

## **6 CONCLUSÃO**

As cultivares de guaranazeiro apresentaram diferentes capacidades de enraizamento.

A cultivar BRS-CG372 apresentou melhor desenvolvimento radicular nas características avaliadas.

As doses de AIB não elevaram o percentual de enraizamento, porém incrementaram a qualidade do sistema radicular de estacas de guaranazeiro.

BRS-CG372 enraizou melhor sem adição de AIB enquanto que BRS Amazonas teve seu maior percentual de enraizamento com a maior dose.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALBERTINO, S. M. F.; DO NASCIMENTO FILHO, F. J., DA SILVA, J. F., ATROCH, A. L., & DE LIMA GALVÃO, A. K. Enraizamento de estacas de cultivares de guaranazeiro com adubação de plantas matrizes. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2012; 47:1449-1454.
- ALBERTINO, S. M. F. **Adubação, níveis crescentes de irradiância nas plantas matrizes e uso do AIB nas estacas para o enraizamento de cultivares de guaranazeiro (*Paullinia cupana*, var. *sorbilis*, (Mart.) Ducke)**. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2011. 95 f.
- ALMEIDA, E. I. B., MADER ALCÂNTARA BARROSO, M., CAJAZEIRA, J. P., & CLEBER DE MEDEIROS CORRÊA, M. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 4, 2014.
- ARAÚJO DINIZ, FERREIRA CAVALCANTE, L., MATHEUS REBEQUI, A., & CAVALCANTE NUNES, J. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em função da aplicação de biofertilizante e matéria orgânica no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n. 1, 2009.
- ATROCH, A. L. **Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) utilizando caracteres morfoagronômicos**. 2009, 72 p. Tese (Doutorado em Genética) – Instituto Nacional de Pesquisada Amazônia – INPA, Manaus, 2009.
- ATROCH, A.L.; CRAVO. M. S. DA.; SANTOS, J. A. Enraizamento de clones de guaranazeiro tratados com ácido Indol-3-Butírico (AIB). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 103-111, 2007.
- ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J do. Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.43, p.43-48, 2005.
- AZEVEDO, G. T. O. S.; SOUZA, A. M.; AZEVEDO, G. B.; CERQUEIRA, P. H. A. Enraizamento de mini estacas de eucalipto com diferentes doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 108 p. 773-780, 2015.
- BASTOS, D. C . SCARPE FILHO, J. A., FATINANSI, J. C., & PIO, R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso de AIB no enraizamento de estacas herbáceas de caramboleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 281-284, 2005.
- BENEDETTI, E. L., SANTIN, D., DE BARROS, N. F., PEREIRA, G. L., MARTINEZ, H. P., & NEVES, J. C. L. (2017). Alumínio estimula o crescimento radicular de erva-mate?. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n 90, p. 139-147.

BEZERRA, A. K. D. Efeito do ácido indolbutírico, boro e armazenamento no enraizamento de estacas de azaleia cultivadas em vaso. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/153593>.

BIONDI, D.; BREDOW, E. A.; LEAL, L. Influência do diâmetro de estacas no enraizamento de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 277-282, 2008.

BORCIONI, Elis; MÓGOR, ÁTILA FRANCISCO; PINTO, FERNANDA. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 509-515, 2016.

BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; WIT ONDAS, H.W. de; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. de. Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, p.151-164, 2012. DOI: 10.4336/2012.pfb.32.70.35.

CASTRO, A.M.G.; FERREIRA, M.A. Enraizamento de estacas de guaraná. Manaus: ACAR Amazonas, 1973. 25p.

CERVIERI JÚNIOR, JÚNIOR, T., RODRIGUES, J., GALINARI, R., RAWET, E. L., & SILVEIRA, C. T. J. D. O setor de bebidas no Brasil. 2014.

CRAVO, M. S. DA. Programa de pesquisa com a cultura do guaraná da Embrapa Amazônia Ocidental. In: **Reunião Técnica da cultura do guaraná**, Manaus, 2000. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos. p. 16-42, 2001.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento, **Guaraná**- Análise Mensal julho 2017. Acesso em 18 de Janeiro de 2019. Disponível em [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)

CORREA, M. P. F.; STOLBERG, A. G. Z. **Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart. Ducke)**. Manaus, Embrapa – UEPAE, 4p,1981.

CORRÊA, M. P. F. **Caracteres quantitativos e qualitativos para a descrição morfológica do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA), 186p,1989.

CUNHA LIMA, Clenes; TOYOKO OHASHI, Selma; SOUZA SILVEIRA, Ailton. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB E PROCEDÊNCIAS GEOGRÁFICAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE PARICÁ. **Ciência Florestal** (01039954), v. 28, n. 3, 2018.

CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; BARROS, N. F.; LEITE, F. P. Influência do estado nutricional de minicepas no enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 607-615, 2009.

DA CONCEIÇÃO, CARMEN CÉLIA COSTA; DA COSTA MOTA, MILTON GUILERME; KATO, ARMANDO KOUZO. Estimativa de parâmetros genéticos para a germinação de sementes de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). **Revista**

**de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, n. 32, p. 47-54, 1999.

DE ARRUDA, M. R.; PEREIRA, J. C. R.; MOREIRA, A. 2007. Enraizamento de estacas herbáceas de clones de guaranazeiro em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**. 31: 236-241.

DE ASSIS, F. A. M. M., DE ARAÚJO CARNEIRO, J. G., PENCHEL, R. M., CAMPOSTRINI, E., DE LIMA THIEBAUT, J. T., & BARROSO, D. G. (2014). Condutividade hidráulica de raiz e capacidade fotossintética de mudas clonais de eucalipto com indução de deformações radiculares. **Ciência Florestal**, 24(2), 277-287.

DENAXA, N.K., VEMMOS, S.N., ROUSSOS, P.A. 2012. The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.). **Scientia Horticulturae**. 143: 19-28.

DIAS, P. C., XAVIER, A., OLIVEIRA, L. S. D., PAIVA, H. N. D., & CORREIA, A. C. G. (2012). Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, 36(3), 389-399.

DOS SANTOS SILVA, Alex Marciano et al. Propagação vegetativa de *Tithonia diversifolia* com ácido indolbutírico. **Livestock Research for Rural Development**, v. 30, p. 5, 2018.

DOURADO NETO, D., DARIO, G. J. A., BARBIERI, A. P. P., & MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Biosci. j.(Online)**, v. 30, n. 3 Supplement, p. 371-379, 2014.

DA ROSA, G. G., ZANANDREA, I., MAYER, N. A., & BIANCHI, V. J. (2018). Effect of genotype on rooting and acclimatization of semihardwood cutting of peach rootstocks. *Revista de Ciências Agroveterinárias Journal of Agroveterinary Sciences*, 16(4), 449-455.

DUCKE, A. 1937. **Diversidade dos guaranás**. Rodriguésia, Rio de Janeiro, p.155-56.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA CERRADOS. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. OLIVEIRA, M. C. 128 p, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. Sistema de produção para guaraná. **Documentos**, 13. Manaus, 4ª ed., 40 p, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **Mudas clonadas de guaraná: primeiro passo para a alta produtividade**. Manaus, 2 p, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. Guaraná: BRS-Amazonas e BRS- Maués - **Clones para o estado do Amazonas**. Manaus, 2 p, 1999.

ENRIQUEZ, E. A. E. **Influência da posição das gemas no ramo ortotrópico e adaptações fisiológico-anatômicas no desenvolvimento de estacas de café Conilon.** 2015.

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

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** 1994.

FELICIANA, A. M. C., DE MORAIS, E. G., REIS, É. S., CORRÊA, R. M., DE SOUZA GONTIJO, A., & VAZ, G. H. B. Influência de auxinas e tamanho de estacas no enraizamento de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.). **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 10(1). 2017.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 3, p. 1-9, jul./set. 2018. ISSN 2358-6303.

GARCIA, T.B.; NASCIMENTO FILHO, F.J. do; SILVA, S.E.L. da **Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*).** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1 999. 20p. Circular Técnica, 43.

GONDIM, C. J. E. Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaraná. 83f. 1978. **Dissertação (Mestrado)** - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1978.

GOULART, P. B. ET AL. Morfoanatomia da rizogênese adventícia em miniestaca de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 521-532, 2014. DOI: 10.5902/1980509815721.

GOULART, P. B.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Efeito de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 961-972, 2010.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices.** 8th ed. Boston: Prentice Hall, 2011. 928p.

HARTMANN, H. T. KESTER, D. E., DAVIES, F. T., & GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices.** New York: Englewood Clippings, 7 ed. 880p, 2002.

HENMAN, A.R. Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*): ecological and social perspectives on an economic plant of the central Amazon basin. **Journal of ethnopharmacology**, v. 6, n. 3, p. 311-338, 1982.

INOCENTE V.H. H, NIENOW A.A, TREE.L Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 40 (1). 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento da produção nacional de guaraná, safra 2008-2009**. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2019.

IPNI. 2012. **The International Plant Names Index**. [www.ipni.org/ipni/simplePlantNameSearch.do;jsessionid=8F908F948C39E46BA6D4B256B812DF42?find\\_wholeName=Paullinia+cupana+eoutput\\_format=normalequery\\_type=by\\_queryeback\\_page=query\\_ipni.html](http://www.ipni.org/ipni/simplePlantNameSearch.do;jsessionid=8F908F948C39E46BA6D4B256B812DF42?find_wholeName=Paullinia+cupana+eoutput_format=normalequery_type=by_queryeback_page=query_ipni.html). Acesso em 03 Janeiro de 2019.

JANICK, J. (1966). **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: USAID.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; PIRES, P. P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. Dunnii* em substrato a base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 547 -556, 2012.

LAFETÁ, B. O., DE MATOS, M. P., LAGE, P., FERRARO, A. C., & PENIDO, T. M. A.Ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas de fedegoso gigante. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 489-496, 2016.

LIMA, C.C.L.; OHASHI, S.T. Substratos no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizobolium parahyba* var. *amazonicum*. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.24, p.1270-1282, 2016. DOI: 10.18677/Enciclopedia\_Biosfera\_2016\_112

LIMA, D. M. BIASI, L. A., ZANETTE, F., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C., BONA, C., & MAYER, J. L. S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 422-438, 2011.

LIMA, W.P. CARNEVALI JR, L. C., EDER, R., ROSA, L. F. B. C., BACCHI, E. M., & SEELAENDER, M. C. Lipid metabolism in trained rats: Effect of guarana (*Paullinia cupana* Mart.) supplementation. **Clinical Nutrition**, v.24, p. 1019-1028, 2005.

LYNCH, J. P. Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 156, p. 1041-1049, 2011.

LORENZ, S. da S. 2000. **Os filhos do guaraná**. Centro de Trabalho Indigenista – CTI/SP. Disponível em: <http://pib.socioambiental.org/pt/povo/satere-mawe/968>. Acessado em: 01 de Janeiro de 2019.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 672p, 2006.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L. DE; FERREIRA, E. M.; LEITE, H.G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 947-953, 2005.

MENDONÇA, M. S. DE. **Sistema radicular do guaraná (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke): Origem, estrutura e desenvolvimento**. 1991. 129 f. Tese(Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia –INPA, Manaus, 1991.

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.

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

MONTEIRO CARVALHO MORI DA CUNHA, A. C., NOGUEIRA DE PAIVA, H., GARCIA LEITE, H., BARROS, N. F. D., & PALHA LEITE, F. Relações entre variáveis climáticas com produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, 2009.

NASCIMENTO FILHO, F. J. DO. **Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. 2003. 182 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

NASCIMENTO FILHO, F.J. DO; ATROCH, A.L. Guaranazeiro. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.291-307.

NEUMANN É. R., de Resende, J. T. V., Camargo, L. P., Chagas, R. R., & Lima Filho, R. B. Produção de mudas de batata-doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, 2018.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83 p.

PAULA, L. A.; CORRÊA, L. de S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Efeito do ácido indolbutírico e épocas de estaqueamento sobre o enraizamento de estacas herbáceas de figueira (*Ficus carica* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1 p. 87- 92, 2009.

PAIVA, R. ; OLIVEIRA, LM de; NOQUEIRA, RC; SANTOS, BR dos; MARTINOTTO, C; PAIVA, PD de O. ; MENEGUCCI, JLP Aspectos fisiológicos da produção de flores e plantas ornamentais. **Informe Agropecuário** , v.26, n.227, p.73-84, 2005.

PEÑA PEÑA, M. L., GUBERT, C., CASSOL TAGLIANI, M., CENTENARO BUENO, P. M., & BIASI, L. A. Concentrações e formas de aplicação do ácido indolbutírico na propagação por estaquia dos mirtilheiros cvs. Flórida e Clímax. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, 2012.

PEREIRA, E. B. C., PEREIRA, A. V., MELO, J. T., RIBEIRO, J. F., DE FREITAS FIALHO, J., & JUNQUEIRA, N. T. V. (2018). ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE FRUTEIRAS NATIVAS DO CERRADO. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, 11.

PIRES, J.M. **O guaraná**. 1949 Belém: IAN. (Relatório da Seção de Botânica).

PIZZATTO, M., JÚNIOR, A. W., LUCKMANN, D., PIROLA, K., CASSOL, D. A., & MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. *Ceres*, v. 58, n. 4, 2015.

RADLKOFER, L. Sapindaceae in Eugler, A. Das Pflanzenreich Regni Vegetabilis Conspectus. 98 (265-1) 219-352. 1931.

REJANE FISS TIMM, C., WULFF SCHUCH, M., FONSECA PINTO TOMAZ, Z., & 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.

RIBEIRO, M. M. A.; ANTUNES, A.; VIEIRA, S. Enraizamento de estacas de azevinho (*Ilex aquifolium* L.): uma metodologia possível para a produção de plantas. **Agroforum: revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco**, p. 9-14, 1996.

RODRIGUES BORGES, S., XAVIER, A., SILVA DE OLIVEIRA, L., AMARAL DE MELO, L., & ROSADO, A. M. (2011). Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. *Revista Árvore*, 35(3).

ROSSAL, P. A. L. **Qualidade da luz e ácido 4-(3-indolil) butírico na formação de raízes adventícias em estacas caulinares**. 2006. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba, 2006.

ROSSIELLO, R. O. P., ARAÚJO, A. P., MANZATTO, C. V., & FERNANDES, M. S. (1995). Comparação dos métodos fotoelétrico e da interseção na determinação de área, comprimento e raio médio radicular. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30(5), 633-638.

SATURNINO, H. M., PACHECO, D. D., KAKIDA, J., TOMINAGA, N., & GONÇALVES, N. P. (2005). Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Produção de oleaginosas para biodiesel**. Informe agropecuário, 26, 44-78.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**. Cengage Learning. Wadsworth, Belmont, 2012.

SCHIMPL, F. C. et al. Guarana: revisiting a highly caffeinated plant from the amazon. **Journal of Ethnopharmacology**. 2013; 150: 14-31.

SILVA, F.V.G.; SILVA, S.M.; SILVA, G.C.; MENDONÇA, R.M.N.; ALVES, R.E. & DANTAS, A.L. (2012) - Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, vol. 32, n. 4, p. 685-691. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000101>.

SOUZA, A. G .C. et al. **Fruteiras da Amazônia**. Embrapa - SPI/Embrapa – CPAA, Brasília. (Biblioteca Botânica Brasileira, 1).p.204, 1996.

STEFFEN, G. P. K., ANTONIOLLI, Z. I., STEFFEN, R. B., & SCHIEDECK, G. (2011). Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31 n 66, pág 75.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MAFFEI, Massimo. **Fisiologia vegetale**. Piccin, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: o hormônio de crescimento. **Fisiologia vegetal**, v. 3, p. 449-484, 2009.

VASCONCELOS, R. T. 2012. **Enraizamento de estacas de *Khaya senegalensis* A. Juss em diferentes concentrações de ácido indolbutírico**. Dissertação Mestrado (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

VELOZA, C., S. DURÁN, S. MAGNITSKIY & H. LANCHEROS. 2014. Rooting ability of stem cuttings of *Macleania rupestris* Kunth A.C. Sm., a South American fruit species. **International Journal Fruit Science**, 14:343– 361.

VÉRAS, M. L., ANDRADE, R., FIGUEREDO, L. F. D., ARAUJO, V. L., MELO FILHO, J. S. D., MENDONÇA, R., & PEREIRA, W. E. Uso de reguladores vegetais na propagação via estaquia de umbu-cajazeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 161-170, 2018.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J.S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: Edufma, 2010. 230 p.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 921-930, 2005.

WINHELMANN, M. C., GRZEÇA, G. T., EMER, A. A., TEDESCO, M., PARIS, P., PAOLAZZI, J., & SCHAFER, G. (2018). Rooting of apical cuttings of *Angelonia integerrima* Sprengel: concentrations of indole-3-butyric acid and substrates. *Ornamental Horticulture*, 24(2), 109-115. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 2, p. 109-115, 2018.

XAVIER, A., WENDLING, I., & SILVA, R. L. 2009. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**. Viçosa: UFV.

ZANG, W., SONG, L., SILVA, J.A.T., SUN, H. 2013. Effects of temperature, plant growth regulators and substrates and changes in carbohydrate content during bulblet formation by twinscale propagation in *Hippeastrum vittatum* 'Red lion'. **Scientia Horticulturae** 160: 230-237.