



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II - AREIA - PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



CAÍKE DE SOUSA PEREIRA

**APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PLANTA MATRIZ E
ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.)
‘SÉCULO XXI’, SOB CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO**

AREIA

2022

CAÍKE DE SOUSA PEREIRA

**APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PLANTA MATRIZ E ENRAIZAMENTO
DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) ‘SÉCULO XXI’, SOB
CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Agricultura

Orientadora: Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P436a Pereira, Caíke de Sousa.

Aplicação de bioestimulante na planta matriz e enraizamento de estacas de goiabeira (psidium guajava L.) 'Século XXI', sob concentrações de ácido indolbutírico / Caíke de Sousa Pereira. -

Areia:UFPB/CCA, 2022.

60 f. : il.

Orientação: Rejane Maria Nunes Mendonça.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Calogênese. 3. Propagação vegetativa. 4. Sinergismo. I. Mendonça, Rejane Maria Nunes. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

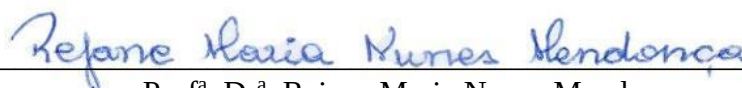
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TRATAMENTO DE PLANTA MATRIZ COM BIOESTIMULANTE E
ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) 'SÉCULO XXI',
SOB CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

AUTOR: CAÍKE DE SOUSA PEREIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em agronomia
(Agricultura Tropical) pela comissão organizadora:



Prof.ª. Dr.ª. Rejane Maria Nunes Mendonça
Orientadora
DFCA/CCA/UFPB



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
Examinador
DCFS/CCA/UFPB



Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita
Examinador
CCHA/UEPB

Data da realização: 10 de fevereiro de 2022



Presidente da Comissão Examinadora
Dr.ª. Rejane Maria Nunes Mendonça
Orientadora

“Quero ver com os meus olhos,
quero a vida até o fundo,
quero ter barro nos pés,
eu quero aprender o mundo!”

(29-32).

Pedro Bandeira

Aos meus pais,
Antônio Lourivaldo Pereira
E Márcia Maria Fernandes de Sousa Pereira
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, concedendo-me saúde e coragem para lutar pelos meus objetivos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do CCA da UFPB, pela oportunidade da realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos meus pais, Antônio Lourivaldo e Márcia Maria, por milhares de motivos, mas resumidamente, por serem quem são, por me amarem acima de tudo e por representarem tudo aquilo em que acredito. Foi tudo por vocês!

Meus familiares, em especial às minhas irmãs Simone e Fernanda, que mesmo distantes sempre estiveram presentes, me apoiando e me estimulando a sempre ir mais longe.

À banca examinadora, Prof^a. Rejane Mendonça, Prof. Walter Pereira, Prof. Evandro Mesquita e Dr. Francisco Thiago, por todas as contribuições realizadas. Em especial à minha orientadora professora Rejane Mendonça, pela sua paciência, por todos os conselhos e ensinamentos e por ser esse exemplo de profissional. Seu amor pela fruticultura me inspira!

A Gerciane Cabral, por tão gentilmente ceder sua propriedade, suas plantas e seu tempo para que este trabalho viesse a se concretizar.

A Manoel Cícero, que compartilhou comigo não apenas um apartamento, mas também os sonhos, as alegrias e angústias do dia a dia e, principalmente, a vontade de crescer. Obrigado por estar comigo em mais essa jornada!

A Victor Martins, por sua enorme contribuição para com este trabalho e por ser esse amigo incrível, pelo qual tenho tanto orgulho e imensa consideração. E como sempre man, “que a sorte esteja sempre ao nosso favor!”.

A Daniele Batista, por dedicar seu tempo a me ajudar em todas as etapas deste trabalho, pelos inúmeros momentos de alegria e por ser essa amiga pela qual tenho grande estima. Já sinto falta dos lanches na estufa!

Àqueles que além de amigos, são companheiros e também contribuíram na execução do meu trabalho de dissertação. Angelita, Gabriel, Izaías, Jandira, Josinaldo e Nonato. A ajuda de vocês foi essencial.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente. Além do crescimento profissional, o crescimento pessoal é enriquecedor, e tudo isso foi adquirido aqui. Deste modo, obrigado CCA/UFPB – Areia-PB.

RESUMO GERAL

O uso dos bioestimulantes pode ser uma alternativa eficiente para a melhoria das características fisiológicas e nutricionais da goiabeira (*Psidium guajava* L.), considerando que os mesmos são ricos em substâncias que atuam na formação de enzimas, hormônios e clorofila, favorecendo as plantas no processo de absorção de água e nutrientes. Portanto, objetivou-se no presente estudo avaliar os processos fisiológicos de plantas matrizes de goiabeira cultivar Século XXI, submetidas a doses do bioestimulante VIUSID Agro[®], bem como, verificar se há efeito sinérgico da aplicação desse produto nas matrizes de goiabeira com o ácido indolbutírico, na promoção do enraizamento de estacas herbáceas. Para a pesquisa foram desenvolvidos dois capítulos: no I - o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida no tempo 3 x 4 (VIUSID Agro[®] x Tempo), sendo a parcela constituída pelas doses de VIUSID Agro[®] (0; 1 ml.3 L⁻¹; 2 ml.3 L⁻¹) e as subparcelas o número de aplicações do produto (2, 3, 4 e 5 aplicações), com quatro repetições, composta de uma planta por repetição; no II - os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 3 x 5, sendo os fatores doses do bioestimulante VIUSID Agro[®] (0; 1,0 e 2,0 ml.3 L⁻¹ de solução) e concentrações do ácido indolbutírico (0; 1.000; 2.000; 3.000 e 5.000 mg L⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, sendo a unidade experimental composta por 10 estacas. No capítulo I foram avaliadas variáveis como: sobrevivência das estacas, estacas enraizadas, estacas vivas sem raiz, estacas com calo, retenção foliar, mortalidade, número de raízes, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, da raiz e total. No capítulo II foram avaliadas variáveis de trocas gasosas: taxa de assimilação líquida, condutância estomática, concentração de CO₂ nos espaços intercelulares, transpiração, temperatura foliar, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação; e variáveis de fluorescências: fluorescência inicial, fluorescência máxima, fluorescência variável, a razão, rendimento quântico do fotossistema II e teor de clorofila *a*, *b* e *total*. Por fim, foi possível concluir no capítulo I: As variáveis de trocas gasosas foram favorecidas pelo uso do VIUSID Agro[®], com exceção apenas da eficiência instantânea de carboxilação (EiC); plantas tratadas com a dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ do bioestimulante foram mais eficientes no controle da temperatura foliar; essa mesma dose também influenciou positivamente as variáveis de fluorescência da clorofila “a”, enquanto que a dose de 2,0 ml.3 L⁻¹ acarretou respostas negativas nas plantas. Portanto, recomenda-se o uso do bioestimulante VIUSID Agro[®] para o cultivo de matrizes de goiabeira, especialmente na dose de 1,0 ml.3 L⁻¹. Capítulo II: Plantas tratadas com o VIUSID Agro[®] obtiveram maior percentual de estacas enraizadas, comprimento de raiz, número de raízes e massa seca da raiz; estacas tratadas com a dose 1,0 ml.3 L⁻¹ do bioestimulante e a concentração 5.000 mg L⁻¹ do AIB obtiveram maior massa seca de raiz. Observou-se interação sinérgica entre o VIUSID Agro[®] e o hormônio vegetal AIB, dessa forma, recomenda-se o uso do bioestimulante na dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ juntamente com o AIB na concentração 5.000 mg L⁻¹ para a formação de mudas de goiabeira.

Palavras-chave: calogênese; propagação vegetativa; sinérgismo.

ABSTRACT

The use of biostimulants can be an efficient alternative for improving the physiological and nutritional characteristics of guava (*Psidium guajava* L.), considering that they are rich in substances that act in the formation of enzymes, hormones and chlorophyll, favoring the plants in the process. absorption of water and nutrients. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the physiological processes of guava matrix plants, cultivar Século XXI, submitted to doses of the biostimulant VIUSID Agro[®], as well as to verify if there is a synergistic effect of the application of this product in the guava matrix with indolebutyric acid, in promoting the rooting of herbaceous cuttings. Two chapters were developed for the research: in I - the experimental design used was in randomized blocks, in a split plot scheme in time 3 x 4 (VIUSID Agro[®] x Time), with the plot constituted by the doses of VIUSID Agro[®] (0 ; 1 ml.3 L⁻¹; 2 ml.3 L⁻¹) and the subplots the number of applications of the product (2, 3, 4 and 5 applications), with four replications, composed of one plant per replication; in II - the treatments were arranged in a 3 x 5 factorial arrangement, the factors being doses of the biostimulant VIUSID Agro[®] (0; 1.0 and 2.0 ml.3 L⁻¹ of solution) and concentrations of indolebutyric acid (0; 1,000; 2,000; 3,000 and 5,000 mg L⁻¹). The experimental design used was completely randomized (DIC), with three replications, and the experimental unit consisted of 10 cuttings. In chapter I, variables such as: survival of cuttings, rooted cuttings, live cuttings without root, cuttings with callus, leaf retention, mortality, number of roots, root length, shoot, root and total dry mass were evaluated. In chapter II, gas exchange variables were evaluated: net assimilation rate, stomatal conductance, CO₂ concentration in intercellular spaces, transpiration, leaf temperature, water use efficiency, intrinsic water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency; and fluorescence variables: initial fluorescence, maximum fluorescence, variable fluorescence, the ratio, quantum yield of photosystem II and chlorophyll *a*, *b* and *total* content. Finally, it was possible to conclude in chapter I: The gas exchange variables were favored by the use of VIUSID Agro[®], with the exception of the instantaneous carboxylation efficiency (EiC); plants treated with a dose of 1.0 ml.3 L⁻¹ of the biostimulant were more efficient in controlling leaf temperature; this same dose also positively influenced the chlorophyll “a” fluorescence variables, while the dose of 2.0 ml.3 L⁻¹ caused negative responses in plants. Therefore, it is recommended to use the biostimulant VIUSID Agro[®] for the cultivation of guava matrices, especially at a dose of 1.0 ml.3 L⁻¹. Chapter II: Plants treated with VIUSID Agro[®] obtained higher percentage of rooted cuttings, root length, number of roots and root dry mass; cuttings treated with the dose of 1.0 ml.3 L⁻¹ of the biostimulant and the concentration of 5,000 mg L⁻¹ of the IBA obtained greater root dry mass. A synergistic interaction was observed between VIUSID Agro[®] and the plant hormone AIB, therefore, the use of the biostimulant at a dose of 1.0 ml is recommended. 3 L⁻¹ together with AIB at a concentration of 5,000 mg L⁻¹ for the formation of guava seedlings.

Keywords: callogenesis; vegetative propagation; synergism.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE MATRIZES DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) À APLICAÇÕES DE BIOESTIMULANTE

- Figura 1:** Condutância estomática (gs) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de VIUSID Agro® (A), e dias após a aplicação inicial (B). 26
- Figura 2:** Taxa de assimilação líquida do CO₂ (A) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de VIUSID Agro® (A), e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B). 28
- Figura 3:** Eficiência instantânea de carboxilação (EiC) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de VIUSID Agro® (A), e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B). 29
- Figura 4:** Transpiração (E) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de VIUSID Agro® (A), e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B). 30
- Figura 5:** Temperatura foliar (TF) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de VIUSID Agro® (A) e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B). 32
- Figura 6:** Eficiência do uso da água (EUA) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função de dias após a aplicação inicial. 33
- Figura 7:** Fluorescência inicial (F0) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função dos fatores VIUSID Agro® (A), e dias após a aplicação inicial (B). 34
- Figura 8:** Fluorescência máxima (Fm) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função dos fatores VIUSID Agro® (A), e dias após a aplicação inicial (B). 34
- Figura 9:** Fluorescência variável (Fv) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função dos fatores VIUSID Agro® (A), e dias após a aplicação inicial (B). 35
- Figura 10:** Razão Fv/F0 de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função dos fatores VIUSID Agro® (A) e dias após a aplicação inicial (B). 36
- Figura 11:** Índices de clorofila *a* (A), *b* (B) e *total* (Chl *a* + Chl *b*) (C) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI em função dias após a aplicação inicial. 37

CAPITULO II: CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) SOB AÇÃO DE BIOESTIMULANTE E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

- Figura 1:** Dados meteorológicos de temperatura (A) e umidade (B) ocorridos na área durante o período de execução do experimento. Fonte: o autor. 50

Figura 2: Estacas enraizadas (A) e comprimento das raízes (B) de mudas de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de VIUSID Agro®.	52
Figura 3: Número de raízes de mudas de goiabeira cv. Século XXI em função da interação entre os fatores VIUSID Agro® e ácido indolbutírico (AIB).	53
Figura 4: Estacas vivas sem raiz de mudas de goiabeira cv. Século XXI em função de doses de ácido indolbutírico (AIB).....	54
Figura 5: Massa seca da raiz de mudas de goiabeira cv. Século XXI em função dos fatores AIB (A), e interação entre os fatores (Viusid e AIB) (B).....	55

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE MATRIZES DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) À APLICAÇÕES DE BIOESTIMULANTE

Tabela 1. Atributos de fertilidade do solo coletado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, em área de cultivos de goiabeira cv. Século XXI, na fazenda Jaguarema, município de Alhandra, Paraíba 23

Tabela 2. Resumo das análises de variância para taxa de assimilação líquida do CO₂ (A), condutância estomática (gs), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci), transpiração (E), temperatura foliar (TF), eficiência do uso da água (EUA), eficiência intrínseca do uso da água (EiUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) de matrizes de goiabeira submetidas a doses e períodos de aplicação do bioestimulante VIUSID Agro® 25

Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis fisiológicas fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), a razão Fv/F0, rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm), clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila *total* (Chl *total*) de matrizes de goiabeira submetidas à diferentes doses e períodos de aplicação do bioestimulante VIUSID Agro® 26

CAPITULO II: CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) SOB AÇÃO DE BIOESTIMULANTE E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias para a sobrevivência das estacas (SE), estacas enraizadas (EE), estacas vivas sem raiz (EVSR), estacas com calo (ECC), retenção foliar (RF), mortalidade (M), número de raízes (NR), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) das estacas de goiabeira cv. Século XXI submetidas à diferentes doses do bioestimulante VIUSID Agro® (V) e ácido indolbutírico (AIB), Areia, PB 51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	REFERÊNCIAS	15
	CAPITULO I.....	19
1	INTRODUÇÃO	21
2	MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1	Localização geográfica e característica da área experimental.....	22
2.2	Delineamento experimental.....	23
2.3	Aplicação do VIUSID Agro®	23
2.4	Variáveis analisadas	24
2.4.1	Índice de clorofila.....	24
2.4.2	Trocas gasosas	24
2.4.3	Fluorescência da clorofila.....	24
2.5	Análise estatística	25
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4	CONCLUSÕES.....	37
5	REFERÊNCIAS	38
	CAPITULO II.....	44
1	INTRODUÇÃO	46
2	MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1	Delineamento experimental.....	48
2.2	Aplicação do VIUSID Agro®	48
2.3	Coleta de ramos, preparo das estacas e estaqueamento.....	48
2.4	Variáveis analisadas	50
2.5	Análise estatística	51
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4	CONCLUSÕES.....	56
5	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO GERAL

A atividade de fruticultura é de grande importância para o agronegócio brasileiro, pois o Brasil ocupa a terceira colocação no ranking da produção mundial de frutas, atrás apenas da Índia e da China, sendo os três países responsáveis por 45,9% do total mundial (FAO, 2020). Desta forma, a produção de frutas é capaz de gerar um efeito multiplicador de renda, tornando-se uma alternativa para economias locais estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento no curto prazo (SOUZA et al., 2018). Com enorme capacidade de expansão devido à crescente demanda da população por alimentos saudáveis, fontes de vitaminas e minerais (BORNAL et al., 2021). Nesse sentido, frutas tropicais e subtropicais possuem um elevado potencial de consumo.

Sendo a goiabeira (*Psidium guajava* L.) uma frutífera tropical, há a suposição de que seu centro de origem se estende desde o sul do México até a América do Sul, e atualmente podendo ser encontrada em vários países e em todo o território brasileiro (CAVALCANTE et al., 2019). Fruto da família *Myrtaceae*, a goiabeira adapta-se a diferentes condições edafoclimáticas (ETEMADIPOOR et al., 2019). No Brasil, seu cultivo se dá em uma área superior a 22 mil hectares, sendo os estados de Pernambuco e São Paulo os maiores produtores nacionais, com uma produção de 206.259, 182.202 toneladas respectivamente, sendo a Paraíba o 15º no ranking nacional com produção estimada em 2.360 t (IBGE, 2020).

A importância econômica do cultivo da goiabeira se dá devido ao elevado valor nutricional de seus frutos, ricos em vitamina C e sais minerais (GONZAGA NETO, 2007), além das diversas formas possíveis de consumo, seja *in natura*, ou utilizados nas agroindústrias de processamento (CAVALCANTE JUNIOR et al., 2020), sendo bastante apreciados no mercado nacional e internacional. Dentre as cultivares, a cv. Paluma é a mais cultivada no Brasil, devido à sua adequação para consumo de mesa e processamento industrial (GERMANO et al., 2019). Contudo, outra goiabeira que vem ganhando destaque é a cv. Século XXI, cultivar de dupla aptidão (LIMA et al., 2018), tão ou mais produtiva que a cv. Paluma (acima de 30 t. ha⁻¹), com ramificações de crescimento predominantemente horizontal e de vigor médio (PEREIRA et al., 2003).

No que se refere a reprodução, a goiabeira pode ser propagada por diferentes métodos, sendo o principal desses a estaquia, devido às vantagens da fácil implementação, maior rendimento e uniformidade do pomar, além do período juvenil mais curto (6 a 8 meses) quando comparadas às plantas multiplicadas por sementes (1,5 a 2 anos) (PEREIRA et al., 2017a). No entanto, o comportamento na capacidade de formação de raízes em estacas de uma mesma espécie pode não ser o mesmo, pois as diferenças muitas vezes ocorrem entre

cultivares (FREITAS et al., 2013). A exemplo das cultivares Rica (BACARÍN et al., 1994), Pedro Sato e Sassaoka (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009) que apresentam percentagens de enraizamento de estacas herbáceas bem inferiores a cv. Paluma.

Logo, o tipo de estaca a ser utilizado na produção de mudas também influencia o enraizamento variando conforme a espécie e a cultivar, podendo esta ser de natureza lenhosa, semilenhosa ou herbácea, onde de acordo com o grau de lignificação das estacas, essas tendem a variar o seu estado de turgidez, influenciando o transporte de substâncias e o enraizamento adventício (ROSA et al., 2017). Para a propagação da goiabeira geralmente se utilizam estacas do tipo herbácea (PEREIRA et al., 2017b) ou semilenhosa (COSTA JUNIOR. et al., 2003), pois são constituídos por tecidos mais novos e com menor grau de lignificação.

A fim de favorecer o enraizamento de estacas são utilizados os reguladores vegetais. Definidos como um composto orgânico, não nutriente, aplicado na planta exogenamente, que a baixas concentrações, promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal, agindo de forma similar aos hormônios vegetais naturais (MACEDO; CASTRO, 2015). Entre esses reguladores as auxinas são consideradas as principais substâncias promotoras do enraizamento adventício (PEREIRA et al., 2017b), sendo o ácido indolbutírico (AIB) a auxinas sintéticas mais utilizada, pois apresenta como vantagens maior estabilidade e menor mobilidade na planta quando comparado ao ácido indolacético (AIA), além de ser menos fitotóxico que o ácido naftaleno acético (ANA) (FACHINELLO et al., 2011).

Segundo Costa et al. (2017), para melhorar o processo de enraizamento na goiaba, o uso de reguladores de crescimento de plantas a base de auxina sintética são práticas difundidas, para tornar a produção de mudas viáveis pelo método de estaquia, especialmente para aquelas espécies onde há dificuldade de enraizamento. Contudo, como observado por Costa et al. (2019) em testes realizados com a goiabeira cv. Século XXI, baixos índices de enraizamento foram constatados em estacas herbáceas e semilenhosas tratadas com ácido indolbutírico (AIB) em diferentes concentrações.

Assim como os reguladores vegetais, os bioestimulantes também vem sendo bastante utilizados no processo de obtenção de mudas de qualidade. Produto esse que Canellas et al. (2015) definem como sendo a mistura de reguladores de crescimento, compostos por hormônios vegetais ou hormônios sintéticos que, quando aplicados na planta, agem diretamente na fisiologia do vegetal, potencializando o seu desenvolvimento. Logo, o uso de estimuladores de crescimento que não afetam o meio ambiente é uma opção para aumentar a qualidade e otimizar a produtividade das plantações.

Dentre esses produtos está o promotor de crescimento VIUSID Agro[®], uma solução a ser diluída em água para irrigação que contém essencialmente: ácido málico, glicirrizinato de monoamônio, aminoácidos, fosfatos, vitaminas e minerais (PEÑA et al., 2018). Todos esses componentes foram submetidos a um processo biocatalítico de ativação molecular, que aumenta a eficácia de suas propriedades sem alterar ou modificar a estrutura molecular, influenciando em processos fisiológicos benéficos ao desenvolvimento das culturas (CATALYSIS, 2021). Contudo, Vasconcelos (2016) afirma que a depender da região de cultivo e da espécie utilizada, a aplicação de bioestimulante pode apresentar resultados variáveis.

Desse modo, tendo em vista que as condições fisiológicas das plantas matrizes influenciam diretamente no enraizamento de estacas, estudos a respeito do comportamento de produtos como esse nos processos fisiológicos das matrizes de goiabeira, bem como, sua interação com fatores que induzem o enraizamento de mudas torna-se necessários, a fim de gerar informações sobre o potencial uso dos bioestimulantes na cultivar de goiabeira Século XXI.

2 REFERÊNCIAS

BACARÍN, M.; BENINCASA, M.; ANDRADE, V.; FERREIRA, F. Enraizamento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): efeito do ácido indolbutírico (AIB) sobre a iniciação radicular. **Científica**, v. 22, p. 71-79, 1994.

BORNAL, D. R.; SILVESTRINI, M. M.; PIO, L. A. S.; COSTA, A. C.; PECHE, P. M.; RAMOS, M. C. P. Brazilian position in the international fresh fruit trade network. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452021021>

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia horticulturae**, v. 196, p. 15-27, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>

CATALYSIS. Informações gerais: VIUSID Agro®. Disponível em: <http://www.davidagroup.com/port/viusid-agro/index.html>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; BERTINO, A. M. P.; CAVALCANTE, A. G.; LIMA, A. J. D.; FERREIRA, N. M. Adubação com potássio e cálcio na nutrição e produção de goiabeira 'Paluma'. **Revista Ceres**, v. 66, n. 1, p. 54-62, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201966010008>

CAVALCANTI, E. D. A.; MORAES, R. M. D.; ROSSITER, J. G. D. A.; MONTARROYOS, A. V. V.; MUSSER, R. D. S.; MARTINS, L. S. S. Reação de genótipos do gênero *Psidium* spp. a *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 46, p. 333-339, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/193123>

COSTA JUNIOR., W. H.; SCARPARE FILHO, J. A.; BASTOS, D. C. Estiolamento da planta matriz e uso de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 301-304, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000200030>

COSTA, J. C. F.; MENDONÇA, R. M. N.; FERNANDES, L. F.; CABRAL, G. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTI, L. F.; FIGUEIREDO, L. F. Rooting inducers and organic substrates in the propagation of 'Paluma' guava by cutting. **African Journal of**

Agricultural Research, v. 12, p. 371-376, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11830>

COSTA, J. C. F.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, G. C.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, C. E. M. Rooting of Herbaceous and Semihardwood Cuttings of Guava cv. Século XXI, under Varying Concentrations of Indolebutyric Acid. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 33, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v33i130135>

ETEMADIPOOR, R.; RAMEZANIANA, A.; DASTJERDIB, A. M.; SHAMOLIB, M. The potential of gum arabic enriched with cinnamon essential oil for improving the qualitative characteristics and storability of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 251, p. 101-107, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.03.021>

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500014>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Faostat: Food and Agriculture Organization Statistic: Crops 2020**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

FREITAS, J. A. A.; MARINHO, C. S.; FREITAS, I. L. J. Goiabeiras Paluma, Pedro Sato e Cortibel 6 propagadas por miniestaquia e miniestaquia seriada. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1351-1356, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000800002>

GERMANO, T. A.; AGUIAR, R. P.; BASTOS, M. S. R.; MOREIRA, R. A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; DE MIRANDA, M. R. A. Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of ‘Paluma’ guava. **Postharvest Biology and Technology**, v. 149, p. 9-17, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.11.013>

GONZAGA NETO, L. **Produção de goiaba Fortaleza**: Instituto Frutal, 2007. 64p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>>. Acesso em: 20 de dez. 2021.

LIMA, A. D. V.; SCHMIDT, S. R.; LUCIO, O. S, GIACOMINI, G. X.; MARCO, R.; MARTINS, C. R. Fenologia de cultivares de goiabeira em sistema de produção orgânico. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, v. 15, p. 1192-1201, 2018.

MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. C. Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. In: VISOTTO, L. E.; FERNANDES, F. L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E. A.; AQUINO, L. A.; FERNANDES, M. E. S.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; SOUSA JÚNIOR, J. M. (eds) **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. 1nd edition. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. pp. 505-530.

PEÑA, K.; RODRÍGUEZ, J. C.; OLIVERA, D.; CALERO, A.; DORTA, R.; MELÉNDREZ, J.; KUKURTCU, B. Effect of the Growth Promoter VIUSID Agro on the Morphophysiological and Productive Performance of Tobacco Growth (*Nicotiana tabacum* L.). **Journal of Agricultural Science and Technology B**, v. 8, p. 157-167, 2018. DOI: 10.17265/2161-6264/2018.03.002

PEREIRA, F. M.; CARVALHO, C. A.; NACHTIGAL, J. C. Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 498-500, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000300034>

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Melhoramento genético da goiabeira. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. Á.; AMORIM, D. A. (eds) **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. UNESP-FCAV, Jaboticabal, 2009. pp. 371-398.

PEREIRA, F. M.; USMAN, M.; MAYER, N. A.; NACHTIGAL, J. C.; MAPHANGA, O. R. M.; WILLEMSE, S. Advances in guava propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, p. e-358, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017358>

PEREIRA, L. D.; COSTA, M. L.; PINTO, J. F. N.; ASSUNÇÃO, H. F.; REIS, E. F.; SILVA, D. F. P. Propagação de gabirobeiras via estaquia associada ao ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, p. 19-25, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i1.372>

ROSA, G. G.; ZANANDREA, I.; MAYER, N. A.; BIANCHI, V. J. Propagação de porta-enxerto de *Prunus* spp. por estaquia: efeito do genótipo, do estágio de desenvolvimento do

ramo e tipo de estaca. **Revista Ceres**, v. 64, p. 90-97, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764010013>

SOUZA, H. G.; TABOSA, F. J. S.; CAMPOS, K. C.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NEDER, H. D. Análise da projeção espacial da fruticultura no nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 4, p. 121-141, 2018.

VASCONCELOS, A. C. P. Bioestimulantes contendo silício e micronutrientes aplicados via foliar em arroz de sequeiro. 120 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

CAPITULO I

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE MATRIZES DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) À APLICAÇÕES DE BIOESTIMULANTE

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE MATRIZES DE GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) À APLICAÇÕES DE BIOESTIMULANTE

RESUMO

Bioestimulantes são produtos ou substâncias capazes de estimular processos metabólicos, fisiológicos e bioquímicos nas plantas. Contudo, seu mecanismo de ação bioquímico e molecular ainda é pouco compreendido, principalmente em fruteiras de clima tropical. Portanto, objetivou-se no presente estudo avaliar os processos fisiológicos de plantas matrizes de goiabeira cultivar Século XXI submetidas a doses do bioestimulante VIUSID Agro[®]. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida no tempo 3 x 4 (VIUSID Agro[®] x Tempo), sendo a parcela constituída pelas doses de VIUSID Agro[®] (0; 1 ml.3 L⁻¹; 2 ml.3 L⁻¹) e as subparcelas o número de aplicações do produto (2, 3, 4 e 5 aplicações), com quatro repetições, composta de uma planta por repetição. Foram avaliadas as seguintes variáveis de trocas gasosas: taxa de assimilação líquida, condutância estomática, concentração de CO₂ nos espaços intercelulares, transpiração, temperatura foliar, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação; e variáveis de fluorescências: fluorescência inicial, fluorescência máxima, fluorescência variável, a razão, rendimento quântico do fotossistema II e teor de clorofila *a*, *b* e *total*. As variáveis de trocas gasosas foram favorecidas pelo uso do VIUSID Agro[®], com exceção apenas da eficiência instantânea de carboxilação (EiC); plantas tratadas com a dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ do bioestimulante foram mais eficientes no controle da temperatura foliar; essa mesma dose também influenciou positivamente as variáveis de fluorescência da clorofila “a”, enquanto que a dose de 2,0 ml.3 L⁻¹ acarretou respostas negativas nas plantas. Portanto, recomenda-se o uso do bioestimulante VIUSID Agro[®] para o cultivo de matrizes de goiabeira, especialmente na dose de 1,0 ml.3 L⁻¹.

Palavras-chave: Trocas gasosas. Fluorescência.

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera pertencente à família *Myrtaceae*, que possui mais de 80 gêneros e 3.000 espécies, distribuídas nos trópicos e subtrópicos, principalmente nas Américas, Ásia e Austrália (PEREIRA et al., 2017). No Brasil a goiaba é cultivada em uma área superior a 22 mil hectares com um rendimento de 566.293 mil toneladas de frutos, onde os maiores produtores foram os estados de Pernambuco e São Paulo, com 206.259 e 182.202 toneladas respectivamente, sendo a Paraíba o 15º no ranking nacional com produção estimada em 2.360 t, contribuindo significativamente para a produção nacional (IBGE, 2020).

Nesse sentido, a goiabeira vem se destacando como uma importante fruteira tropical, devido a sua ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, fornecendo frutos que apresentam sabor agradável, elevado valor nutricional e boa aceitação pelos consumidores, podendo ser consumidos *in natura* ou utilizados nas agroindústrias de processamento (NEVES, 2009; MONTES et al., 2016), para obtenção de subprodutos como sucos, néctares, polpas, sorvetes, geleias e doces.

Entre as cultivares, vem ganhando destaque a 'Século XXI', originária de projetos com cruzamento controlado entre as cultivares Supreme 2 e Paluma, e que apresenta bom rendimento, com frutos grandes, espessos, polpa rosa-avermelhada e poucas e pequenas sementes, assim como ciclo precoce, prometendo ser uma excelente escolha de goiaba pela sua qualidade e produtividade (LIMA et al., 2018).

Contudo, é preciso considerar que aspectos qualitativos e de produção estão sujeitos as condições ambientais, e que o estresse abiótico pode acabar limitando a produtividade das lavouras. Faria et al. (2016) citam o efeito deletério das altas temperaturas, que associado à baixa umidade relativa do ar e redução da lâmina d'água desencadeia altos níveis de estresse abiótico e consequentemente menores taxas de fotossíntese, transpiração e potencial hídrico.

Em condições climáticas adversas, Oosten et al. (2017) defendem que o uso dos bioestimulantes podem ser uma opção para aliviar o estresse abiótico. Embora seu mecanismo de ação bioquímico e molecular ainda seja pouco compreendido, porém plantas tratadas com bioestimulantes demonstram aumentos significativos especialmente em prolina e açúcares solúveis (NGOROYEMOTO et al., 2019), que exercem um papel essencial no alívio do estresse, ocasionando ajuste osmótico das células e garantindo resistência aos períodos de restrição hídrica (HASSANEIN et al., 2009).

Os chamados bioestimulantes podem ser definidos como sendo a mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc) (CASTRO; VIEIRA, 2001), cujos benefícios estão associados ao crescimento e o desenvolvimento das plantas, pois estimulam processos metabólicos, fisiológicos e bioquímicos nas mesmas (YAKHIN et al., 2017).

Entre esses produtos disponíveis no mercado, está o promotor de crescimento VIUSID Agro[®], uma solução cujos ingredientes passaram por um processo biocatalítico de ativação molecular que aumenta a eficácia de suas propriedades, influenciando em processos fisiológicos benéficos ao desenvolvimento das culturas (CATALYSIS, 2021), permitindo o uso de doses relativamente baixas com bons resultados. Contudo, atualmente os estudos realizados com esse produto estão voltados principalmente para as olerícolas, embora testes com diferentes culturas, em diferentes estágios vegetativos também estejam sendo desenvolvidos.

Até o momento, não foram encontradas informações a respeito da utilização do VIUSID Agro[®] em matrizes de goiabeira. Logo, estudos sobre os estímulos fisiológicos causados pela aplicação de bioestimulantes em frutíferas com essa importância mercadológica devem contribuir significativamente para a identificação da dose recomendada para a aplicação do produto, permitindo verificar a contribuição desse no desenvolvimento do pomar. Desta forma, possibilitando que o produtor tenha informações sobre o real impacto do uso desses produtos. Portanto, objetivou-se no presente estudo avaliar os processos fisiológicos de plantas matrizes de goiabeira cv. Século XXI submetidas às doses do bioestimulante VIUSID Agro[®].

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização geográfica e característica da área experimental

O experimento foi conduzido em um pomar comercial de goiabeira cv. Século XXI, com 9 anos de idade, na Fazenda Jaguarema, município de Alhandra, região da Zona da Mata, estado da Paraíba sob coordenadas geográficas 7° 21,9' 43" S e 34° 56,1' 93" W e altitude de 49 m. O solo conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo - SiBCS (EMBRAPA, 2013) é um Neossolo quartzarênico, relevo ondulado. O clima predominante é "As", quente e úmido, segundo a classificação de Köppen, com maiores intensidades de chuva nas estações outono/inverno (AYOADE, 1996).

Para a análise química das camadas de solo de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, foram coletadas 10 amostras simples para formar uma amostra composta, para cada

profundidade. As amostras foram destorroadas, homogeneizadas, secas ao ar e à sombra e encaminhadas ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, para caracterização dos atributos de fertilidade (Tabela 1), e as análises foram feitas conforme Donagema et al. (2011).

Tabela 1. Atributos de fertilidade do solo coletado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, em área de cultivos de goiabeira cv. Século XXI, na fazenda Jaguarema, município de Alhandra, Paraíba

Camadas	Química e fertilidade											
	pH	P	S	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
		----- mg/dm ³ -----			----- cmolc/dm ³ -----				----- g/kg -----			
0-20	6,4	97,11	-	60,14	0,04	1,12	0,00	3,76	0,77	4,72	5,84	32,49
20-40	6,3	50,65	-	63,26	0,03	1,65	0,05	2,58	0,67	3,44	5,09	17,22

SB = Soma de bases, SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺; CTC = Capacidade de troca catiônica, CTC = SB+ (H⁺ + Al³⁺); M.O.= Matéria orgânica.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida no tempo 3 x 4 (VIUSID Agro[®] x Tempo), sendo a parcela constituída pelas doses de VIUSID Agro[®] (0; 1 ml.3 L⁻¹; 2 ml.3 L⁻¹) e as subparcelas o número de aplicações do produto (2, 3, 4 e 5 aplicações), com quatro repetições, composta de uma planta por repetição.

2.3 Aplicação do VIUSID Agro[®]

As plantas que se encontravam em repouso foram adubadas com 320 g de ureia, 600 g de super fosfato simples (SS), 320 g de cloreto de potássio (KCL), quantitativo parcelado em três aplicações (15/02/21), realizada a primeira aplicação do VIUSID Agro[®] (22/02/21) e posteriormente realizada a poda de produção (08/03/21).

A segunda aplicação de VIUSID Agro[®] foi realizada em (23/03/21), um mês após a primeira aplicação. A partir da segunda aplicação (23/03/21), o intervalo entre as pulverizações foi de 15 dias, sendo realizada mais três aplicações (08/04/21, 23/04/21, 07/05/21). O intervalo entre a primeira e segunda aplicação foi maior, em virtude da velocidade de brotação após a poda. Posteriormente, houve redução, pois houve uma aceleração do processo de lignificação, em virtude das doses aplicadas, demonstrando intensa absorção do produto.

2.4 Variáveis analisadas

A primeira avaliação corresponde a um mês após a segunda aplicação do produto, quando as brotações estavam com folhas em tamanho adequado à realização das leituras. Essas que foram realizadas entre 8:00 e 10:00 horas em todas as matrizes, amostrando-se ao acaso uma folha por planta, a terceira a partir do ápice do ramo, geralmente nos quadrantes leste e sul.

2.4.1 Índice de clorofila

O teor de clorofila foi determinado por método não destrutivo, sendo quantificado o teor relativo a partir de um método óptico, utilizando um medidor portátil de clorofila, o ClorofiLOG, modelo CFL 1030 (Falker Automação Agrícola), de modo a obter valores adimensionais que representam o índice de clorofila nas folhas. Os pigmentos avaliados por meio do método indireto foram: clorofila *a* (Chl *a*), clorofila *b* (Chl *b*) e clorofila *total* (Chl *a* + Chl *b*). Esse dispositivo utiliza fotodiodos para emissão de três comprimentos de onda, dois dentro da banda do vermelho, próximo aos picos de cada tipo de clorofila (635 e 660 nm) e um no infravermelho próximo (880 nm). Na sequência, um sensor recebe a radiação transmitida através da estrutura foliar e, a partir desse dado, o aparelho fornece valores de leitura proporcionais à absorbância das clorofilas *a*, *b* e *total* (BARBIERI JÚNIOR et al., 2012). Essas leituras são expressas em unidade arbitrária, denominada índice de Clorofila Falker (ICF, adimensional).

2.4.2 Trocas gasosas

As trocas gasosas foram medidas entre 8:00 e 10:00 horas com um analisador de gás no infravermelho - IRGA (LI-6400XT, LI-COR®, Nebraska, USA) com fluxo de ar de 300 $\mu\text{mol s}^{-1}$ e fonte de luz acoplada de 1.200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Foram avaliadas a taxa de assimilação líquida do CO_2 (A - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (C_i - $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e temperatura foliar (TF) ($^{\circ}\text{C}$), como também foram calculadas a eficiência no uso da água ($\text{EUA} = A/E$), eficiência intrínseca do uso da água ($\text{EiUA} = A/g_s$) e eficiência instantânea de carboxilação ($\text{EiC} = A/C_i$).

2.4.3 Fluorescência da clorofila

A fluorescência da clorofila “a” foi determinada com um fluorômetro não modulado (Sciences Inc.- Model OS-30p, Hudson, USA) em folhas adaptadas ao escuro por 30 minutos utilizando pinças foliares. Determinou-se as fluorescências inicial (F_0) e a máxima (F_m). A

partir destas calculou-se a fluorescência variável ($F_v = F_m - F_0$), a razão F_v/F_0 e o rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m).

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$). As médias do bioestimulante VIUSID Agro[®] foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O fator tempo foi submetido a análises de regressão. Todas as análises foram realizadas usando o software R Versão 4.10 (R Core Team, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, nota-se que dentre todas as variáveis de trocas gasosas, a taxa de assimilação líquida do CO_2 (A), temperatura foliar (TF) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) apresentaram efeito significativo para todos os fatores estudados. Para a condutância estomática (gs), os fatores VIUSID Agro[®] e tempo demonstraram significância de ($p > 0,01$), sendo a variável eficiência do uso da água (EUA) significativa apenas para o fator tempo, e a transpiração (E) apenas para o Viusid e para a interação entre os fatores (Viusid x tempo). Enquanto, somente para concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (Ci) e eficiência intrínseca do uso da água (EiUA) não se verificou efeito significativo dos fatores estudados.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para taxa de assimilação líquida do CO_2 (A), condutância estomática (gs), concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (Ci), transpiração (E), temperatura foliar (TF), eficiência do uso da água (EUA), eficiência intrínseca do uso da água (EiUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) de matrizes de goiabeira submetidas a doses e períodos de aplicação do bioestimulante VIUSID Agro[®]

F.V.	GL	A	gs	Ci	E	TF	EUA	EiUA	EiC
Quadrado médio									
Viusid	2	25,61***	0,007**	210,77 ^{n.s.}	2,93***	6,67***	1,62 ^{n.s.}	292,24 ^{n.s.}	0,0003**
Tempo	3	12,76***	0,005**	964,97 ^{n.s.}	0,35 ^{n.s.}	37,61***	4,0001**	1364,57 ^{n.s.}	0,0001**
Viusid x Tempo	6	7,05***	0,001 ^{n.s.}	325,30 ^{n.s.}	0,79*	4,09***	0,88 ^{n.s.}	260,43 ^{n.s.}	0,0001*
Resíduo	36	1,43	0,0008	989,90	0,28	0,34	0,90	903,01	0,00004
CV (%)		14,9	23,1	10,2	20,3	1,4	25,7	37,8	21,2
Média		6,95	0,11	266,22	2,28	36,39	3,20	68,79	0,02

^{n.s.}, *, ** e ***: não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F

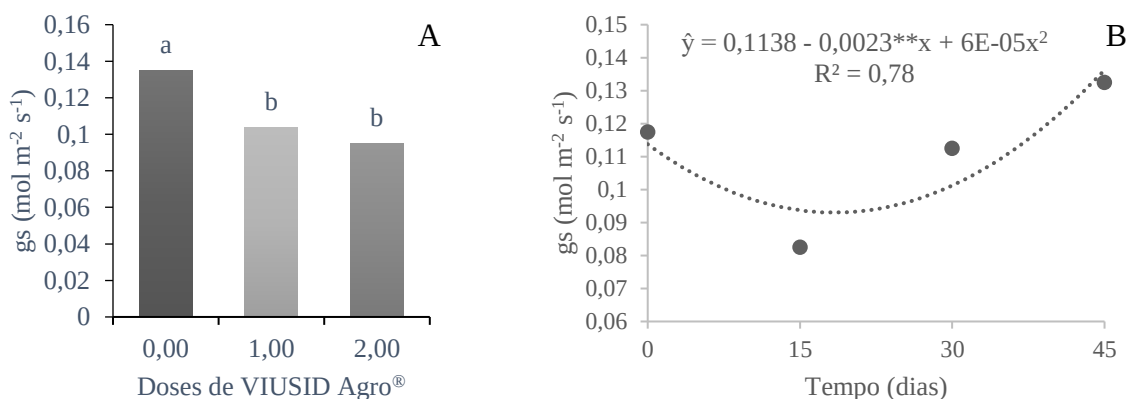
Em relação aos estudos de fluorescência da clorofila “a” (Tabela 3), houve efeito significativo para os fatores VIUSID Agro[®] e tempo, com exceção apenas da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m). Os índices de clorofila *a*, *b* e *total* apresentaram efeito significativo ($p > 0,01$) apenas para o fator tempo.

Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis fisiológicas fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), a razão Fv/F0, rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm), clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila *total* (Chl *total*) de matrizes de goiabeira submetidas à diferentes doses e períodos de aplicação do bioestimulante VIUSID Agro[®]

F.V.	GL	F0	Fm	Fv	Fv/F0	Fv/Fm	Chl a	Chl b	Chl total
Quadrado médio									
Viusid	2	763,27*	21148*	23279*	1,06*	0,024 ^{n.s.}	28,90 ^{n.s.}	26,50 ^{n.s.}	100,5 ^{n.s.}
Tempo	3	651,97*	39912**	46648***	1,76***	0,009 ^{n.s.}	97,21**	42,25**	229,36**
Viusid x Tempo	6	344,88 ^{n.s.}	10920 ^{n.s.}	9770 ^{n.s.}	0,25 ^{n.s.}	0,006 ^{n.s.}	6,14 ^{n.s.}	15,02 ^{n.s.}	36,70 ^{n.s.}
Resíduo	36	163,88	6096	6709	0,25	0,01	14,89	9,09	41,16
CV (%)		5,5	8	11,1	13,6	12,3	7,4	18,1	9,3
Média		200,39	841,60	641,20	3,23	0,74	45,28	14,47	59,75

^{n.s.}, *, ** e ***: não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F

Como visto na Figura 1A, em relação ao VIUSID Agro[®], a entrada de CO₂ das matrizes de goiabeira apresentou maior valor médio para as plantas controle, sendo maior do que as plantas tratadas com diferentes doses do bioestimulante. No que diz respeito ao fator tempo (Figura 1B), houve comportamento quadrático crescente para essa variável, passando de 0,1175 para 0,1325, que representa aumento de aproximadamente 13%.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A). ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F (B).

Figura 1: Condutância estomática (gs) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de VIUSID Agro[®] (A) e dias após a aplicação inicial (B).

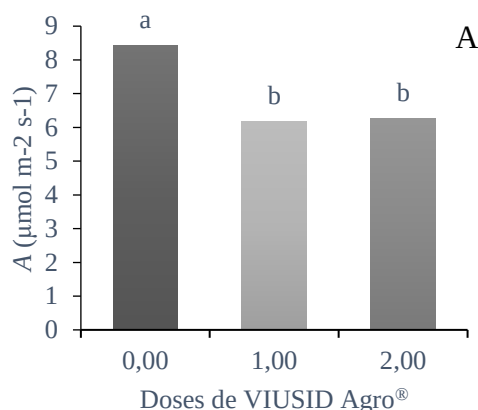
De forma geral, quando as plantas estão sob algum tipo de estresse, seja ele biótico ou abiótico, diminuem a condutância estomática e a transpiração e aumentam a eficiência do uso da água. Quedas na gs podem estar associadas ao aumento do déficit de pressão de vapor da folha, diminuição do potencial hídrico da folha ou ao efeito combinado de ambos fatores, sem excluir o efeito da irradiância (LIMA et al., 2016). Entende-se então que o aumento da

condutividade estomática é, portanto, um indicativo de que as plantas estão experimentando níveis baixos de estresse ambiental.

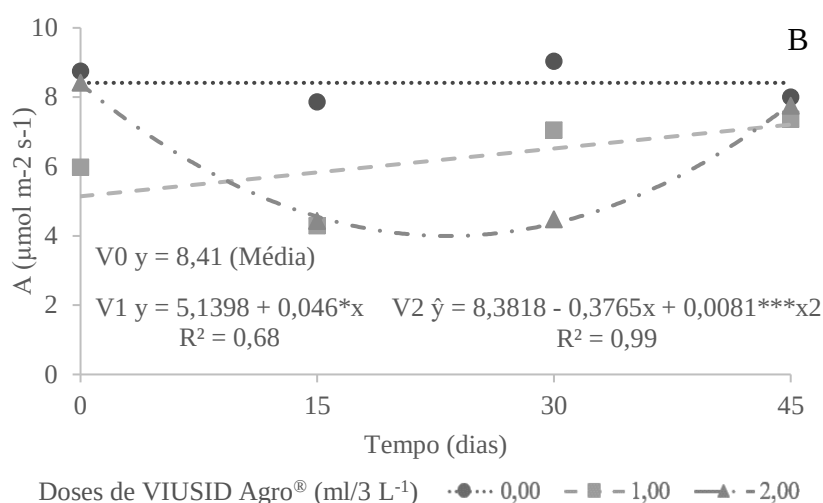
A diminuição da condutância estomática causa menor transpiração e, por conseguinte, menor perda de água, ocasionando maior tolerância das plantas ao estresse hídrico (DUTRA et al., 2015). Mecanismo que segundo Freitas et al. (2017) mostra-se essencial como estratégia de defesa, especialmente em regiões semiáridas, onde ocorrem longos períodos sem a ocorrência de chuvas associados a altas temperaturas. Porém, apesar desta redução na perda de água representar uma vantagem imediata na prevenção da desidratação dos tecidos, ela pode afetar diretamente o balanço de calor sensível sobre a planta e a absorção de CO_2 e, conseqüentemente, a taxa fotossintética (OTTO et al., 2013).

Todavia, a falta de resposta para a concentração interna de CO_2 (C_i) indica que a abertura dos estômatos e a fotossíntese estão em equilíbrio, pois o CO_2 presente nas câmaras subestomáticas foi prontamente utilizado na fixação de carbono, não sendo verificado seu acúmulo. Fato que pode ser associado às funções do bioestimulante, que tem como um dos seus principais efeitos, modificar alguns processos moleculares que permitem melhorar a eficiência do uso de água e nutrientes pelas culturas, estimular o desenvolvimento das plantas e neutralizar estresses abióticos (VAN OOSTEN et al., 2017) aumentando o metabolismo primário e secundário (CARADONIA et al., 2018).

Detectou-se, também, diferença significativa entre as médias dos tratamentos analisados para a variável taxa de assimilação de CO_2 (A) (Figura 2A), sendo observado que, para o fator VIUSID Agro[®] os resultados se mostraram significativos para as plantas controle, com valor médio cerca de 35% maior do que as plantas que receberam doses do bioestimulante. Para a interação entre o bioestimulante e o tempo (Figura 2C) houve um efeito linear crescente para a dose de 0,1 ml, totalizando um acréscimo de aproximadamente 23%, quando comparado à primeira avaliação. Já para a dose de 2,0 ml, verificou-se que houve resposta quadrática, com menor desempenho para segunda e terceira épocas.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A).



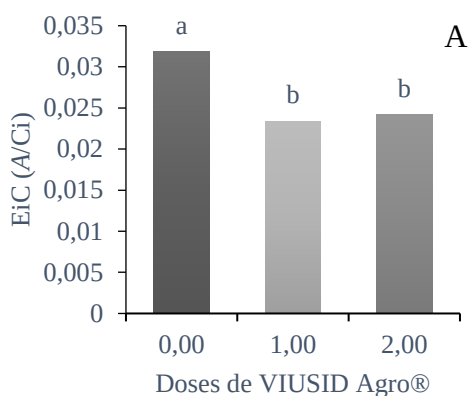
* e *** significativo a 5 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 2: Taxa de assimilação líquida do CO₂ (A) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de VIUSID Agro® (A) e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B).

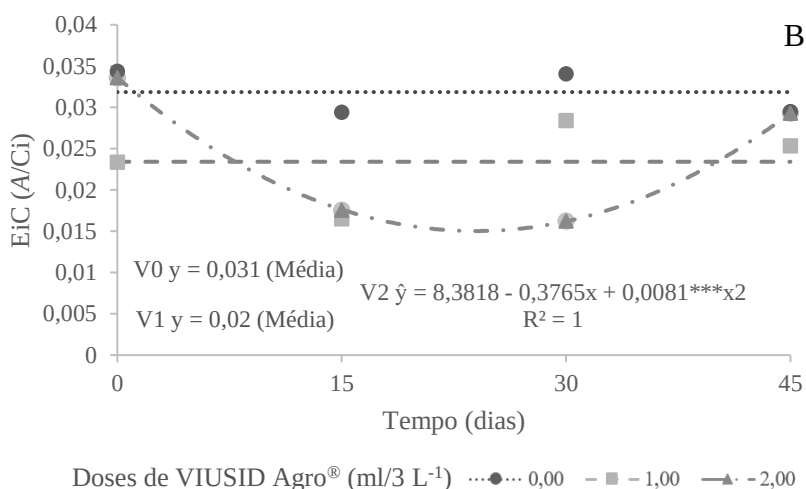
Conforme Jadoski et al. (2005), a elevação da taxa de assimilação de CO₂ (A) está relacionado à maior concentração de CO₂ encontrada no interior das folhas, o que pode ser devido ao fechamento dos estômatos em resposta aos estresses abióticos. Nesse sentido, é importante pontuar que os bioestimulantes tem como uma de suas principais funções, aumentar a atividade antioxidante das plantas, reduzindo assim o estresse causado pelo ambiente (EUROPEAN COMMISSION, 2019). Logo, os baixos níveis de assimilação identificados para as plantas tratadas com o bioestimulante podem estar associados ao uso desse produto.

Quanto à eficiência instantânea de carboxilação (EiC), segundo Konrad et al. (2005) ela é dada pela estreita relação entre a taxa de assimilação de CO₂ e a concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (A/Ci), sendo uma forma de estudar fatores não estomáticos que interferem na taxa fotossintética. Como observado na figura 3A, constatou-se entre as médias de EiC que plantas controle demonstraram maiores resultados em relação as que foram

tratadas com o bioestimulante. Plantas tratadas com o Viusid, na dose de 0,2 ml, apresentaram ganhos no A/Ci somente a partir da terceira aplicação, havendo uma queda inicial em torno de 48%, sendo posteriormente elevado até o valor final de 0,029 (Figura 3B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A).



*** significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

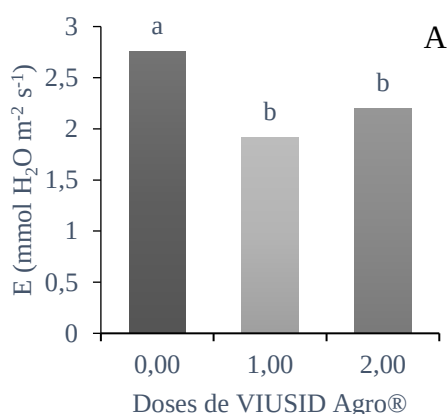
Figura 3: Eficiência instantânea de carboxilação (EiC) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de VIUSID Agro® (A) e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B).

Os altos valores de concentração interna de CO₂ associados ao aumento na condutância estomática indicam um aumento na eficiência instantânea de carboxilação ocorrido em razão da disponibilidade de ATP e NADPH e do substrato para a rubisco (SILVA et al., 2015). Deste modo, ainda segundo esses autores, para que haja fotossíntese a EiC depende da disponibilidade de CO₂ no mesófilo foliar, quantidade de luz, temperatura e da atividade enzimática.

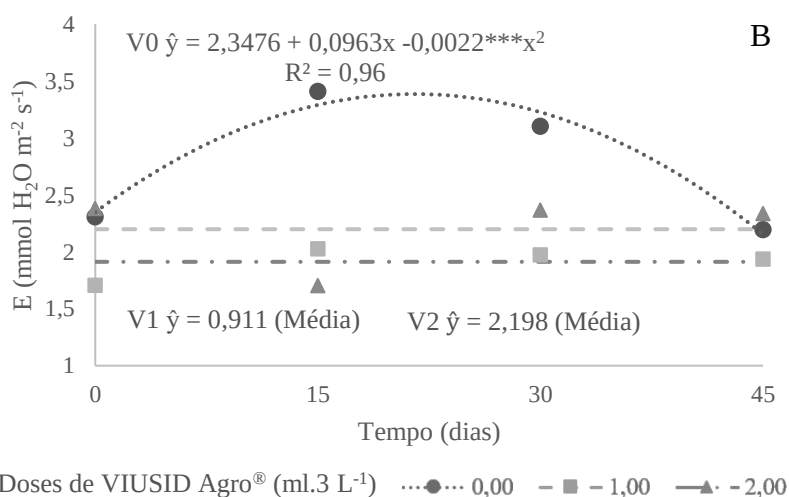
Portanto, as reduções observadas na EiC estão relacionadas ao decréscimo na taxa de assimilação de CO₂ e aumento em Ci, devido à baixa eficiência da enzima rubisco na carboxilação de CO₂ (SOUSA et al., 2016). Se as concentrações de CO₂ intercelulares

estiverem muito baixas, o influxo deste componente nas células do mesófilo é restringido; desse modo, a planta utiliza o CO₂ proveniente da respiração para manter um nível mínimo de taxa fotossintética, tornando-a limitada (TAIZ; ZEIGER, 2009). Situação que segundo Taiz et al. (2017), pode estar associada há algum tipo de estresse. No caso desta pesquisa, ao uso do bioestimulante, que poderia estar provocando alguma reação dessa natureza.

Já o aumento verificado na taxa de assimilação de CO₂ pode estar diretamente relacionado ao incremento ocorrido na transpiração, como pode ser conferido na Figura 4A. Onde observou-se maior transpiração (E) foliar pelas plantas controle, que obtiveram valor médio de 2,75. Para essa mesma variável também foi observado que a interação entre os fatores VIUSID Agro® e tempo (Figura 4B), apresentou ganhos até a segunda avaliação para plantas controle (3,41), o que resultou no aumento médio de 84% na transpiração em comparação as plantas tratadas com o bioestimulante, no mesmo período.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A).



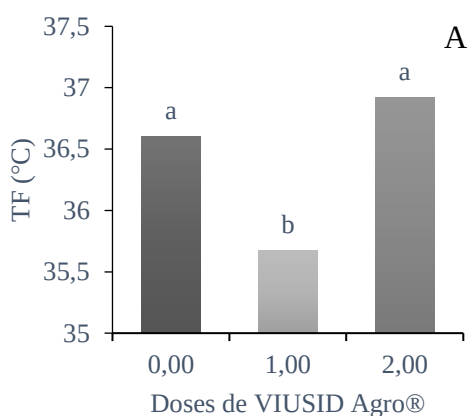
*** Significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 4: Transpiração (E) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de VIUSID Agro® (A) e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B).

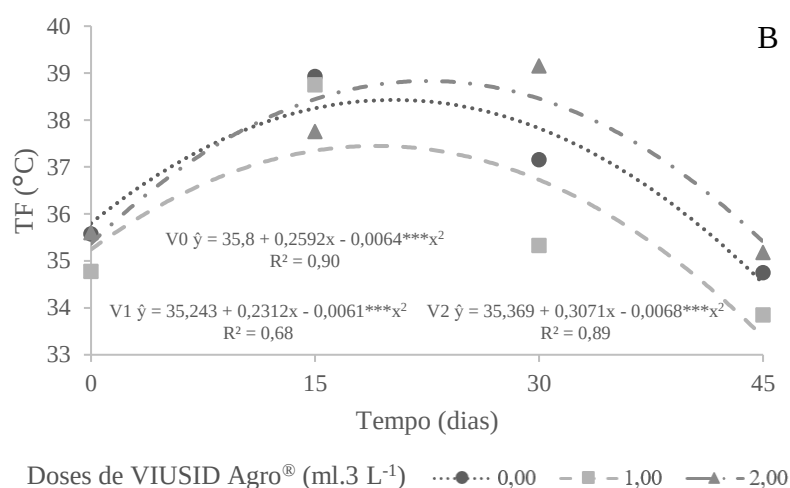
De acordo com Larcher (2004), a redução da transpiração é um mecanismo que ajuda as plantas a diminuir a rápida exaustão da água no solo. Tatagiba et al. (2007) acrescentam que, quando os estômatos estão totalmente abertos, a resistência de transferência pode limitar a absorção de CO₂ mais do que a água perdida pela transpiração. Assim, os autores relatam que a relação entre a absorção de CO₂ e a perda de água é melhor quando os estômatos estão parcialmente fechados; situação observada no início da escassez hídrica, quando os dois processos de difusão são reduzidos e a relação fotossíntese/transpiração atinge os valores mais altos.

A transpiração das plantas é um componente do balanço energético que determina a temperatura foliar, com base em fatores anatômicos foliares (dimensões, pigmentação e massa), fatores ambientais (radiação solar, velocidade do ar, temperatura e umidade relativa do ar) e fatores biológicos que determinam o número e a distribuição dos estômatos (MONTEITH; UNSWORTH, 1990; LEUZINGER et al., 2010).

Dessa forma, avaliando-se a temperatura foliar (TF) em matrizes de goiabeira, constatou-se que plantas tratadas com VIUSID Agro® na dose de 2,0 ml, juntamente com plantas controle, registraram valores médios iguais (Figura 5A). Quanto aos resultados obtidos para a interação dos fatores Viusid e tempo (Figura 5B), houve resposta quadrática para todos os tratamentos, com ganho máximo de aproximados 39 °C, na segunda época para as plantas controle e na terceira para aquelas submetidas à dose de 2,0 ml do bioestimulante, plantas com dose de 1,0 ml registraram a menor temperatura, cerca de 34 °C na última avaliação.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A).

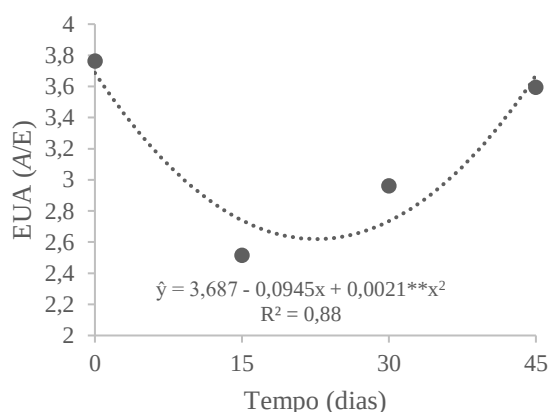


*** Significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 5: Temperatura foliar (TF) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de VIUSID Agro® (A) e interação entre os fatores (Viusid e tempo) (B).

Alterações como essas podem estar associadas a diferentes fatores, dentre os quais, a quantidade de água disponível; à medida que a água se torna limitante, a transpiração é reduzida, havendo o aumento da temperatura foliar pela absorção da radiação solar incidente (WANG; GARTUNG, 2010). Temperaturas elevadas (30-35 °C) podem inibir a assimilação de CO₂ em plantas C3, por reduzir o estado de ativação da Rubisco via inibição da Rubisco ativase, fechamento estomático e redução da atividade fotoquímica (OLIVEIRA et al., 2005). Dessa forma, entende-se que plantas tratadas com a dose de 1,0 ml do bioestimulante foram mais eficientes no controle da temperatura foliar.

Em relação à eficiência do uso da água (EUA) (Figura 6), foi possível observar um comportamento quadrático, sendo o ponto de mínimo obtido na segunda época de avaliação (2,51), com alterações discretas entre os valores da primeira (3,76) e última época (3,59). Conforme Muchalak et al. (2016), a EUA é definida como a quantidade de água evapotranspirada por uma cultura para a produção de determinada quantidade de matéria seca. De modo que, plantas mais eficientes no uso da água produzem maior quantidade de matéria seca por grama de água transpirada (BAPTISTA et al., 2001). No caso da goiabeira, embora exigentes quanto a condições hídricas, quando cultivada com irrigação e poda, além de apresentar elevados níveis de produtividade, produz durante todo o ano.

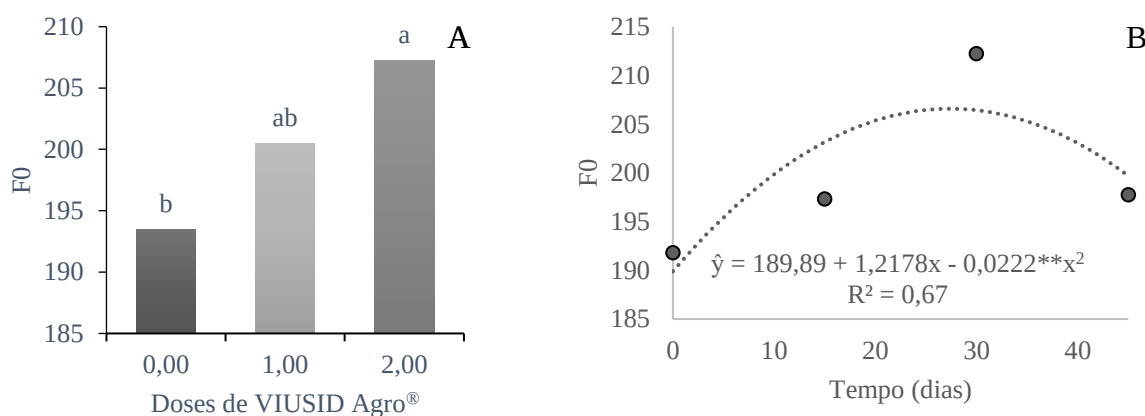


** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 6: Eficiência do uso da água (EUA) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função de dias após a aplicação inicial.

O uso mais eficiente da água está diretamente associado ao tempo de abertura dos estômatos, visto que, enquanto a planta absorve CO₂ para a realização da fotossíntese, a água é perdida por evapotranspiração para o ambiente, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (PEREIRA-NETTO, 2002). Geralmente, quando o fluxo interno de água na folha torna-se insuficiente para a manutenção do turgor foliar, esse fato contribui diretamente para o declínio da condutância estomática e da transpiração (LEAKEY et al., 2006).

Sobre a emissão da fluorescência, ela acontece para que haja dissipação da energia em excesso, uma vez que após um pigmento absorver um fóton, pode acontecer a transição de um elétron para um nível eletrônico mais elevado. Na variável fluorescência inicial (F0) foi observado médias mais elevadas para as plantas tratadas com doses do bioestimulante (Figura 7A). Já para as médias de F0 no decorrer do tempo (Figura 7B), constatou-se uma resposta quadrática para essa variável, a qual apresentou ganhos até a terceira avaliação (211).



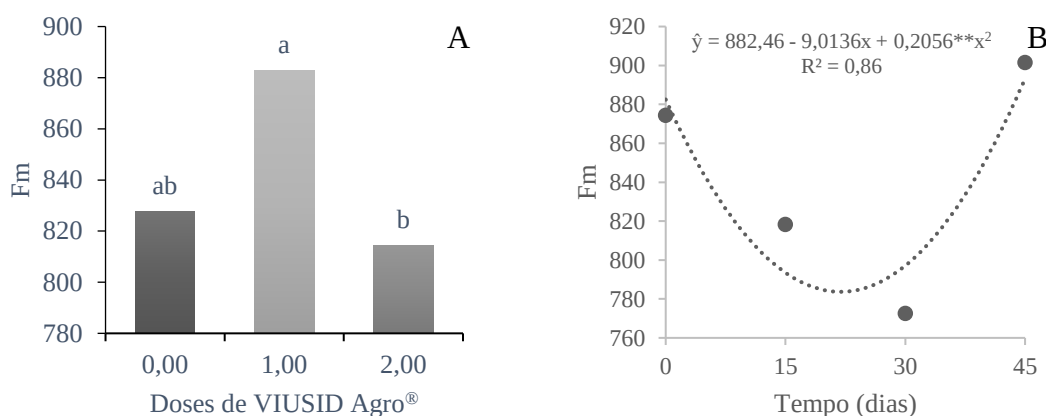
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A).

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 7: Fluorescência inicial (F0) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função dos fatores VIUSID Agro® (A) e dias após a aplicação inicial (B).

Mathis e Pallotin (1981) indicam que quando há dano no centro de reação do fotossistema II (PSII) ocorre aumento nas médias de F0, ou ainda, por uma diminuição na transferência de energia de excitação do sistema coletor de luz para o centro de reação. Assim, o acúmulo de determinado ingrediente ativo do VIUSID Agro® sobre as folhas das goiabeiras e que as plantas não foram capazes de metabolizar, pode ter ocasionado danos ao centro de reação do PSII ou esgotamento na transferência de energia de excitação. Situação mais evidente para os tratamentos com o bioestimulante, onde nesse caso Bulgari et al. (2019) explicam que bioestimulantes também podem se tornar fitotóxicos se aplicados em altas doses.

No que se refere a fluorescência máxima (Fm), verificou-se na Figura 8A que a aplicação de bioestimulante resultou num efeito significativo para as plantas controle e tratadas com 1,0 ml do produto. Entre as épocas de avaliação foi identificada resposta quadrática crescente para essa variável (Figura 8B), passando de 874,25 para 901,5 que representa um aumento de 3,11%.



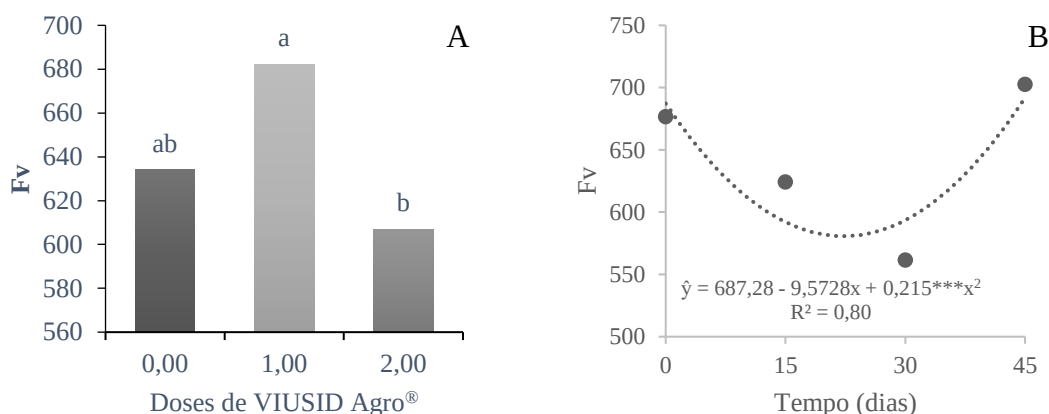
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A). ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 8: Fluorescência máxima (Fm) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função dos fatores VIUSID Agro® (A) e dias após a aplicação inicial (B).

Para alguns autores (Baker; Rosenqvist, 2004; Silva et al., 2015) este indicador representa a intensidade máxima da fluorescência emitida, quando praticamente toda a quinona A (QA) é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas, sendo indicador do estado fotoquímico das folhas ou mesmo de estresses ambientais quando relacionado a fluorescência variável (Fv).

Desse modo, a avaliação da fluorescência da clorofila *a* é uma ferramenta apropriada para avaliação de situações estressantes em plantas. De acordo com Baker (2008), o aumento na fluorescência inicial ou a redução da fluorescência máxima são indicativos de estresse. Portanto, como visualizado na Figura 9A, a redução decorrente da dose de 2,0 ml do bioestimulante provavelmente acarretou alguma desordem fisiológica na planta.

Com relação a fluorescência variável (Fv), seu maior valor foi verificado com a aplicação de 1,0 ml do bioestimulante, não diferindo estatisticamente das plantas controle (Figura 9A). Sobre os dados obtidos para o fator tempo, percebeu-se um aumento de 3,84% da primeira (676,58) para a última época (702,58) (Figura 9B). A diferença entre Fm e F0 resulta na fluorescência variável (Fv), desta forma diante os resultados da Fm, apresentados anteriormente, percebe-se que o mesmo foi maior que a F0.



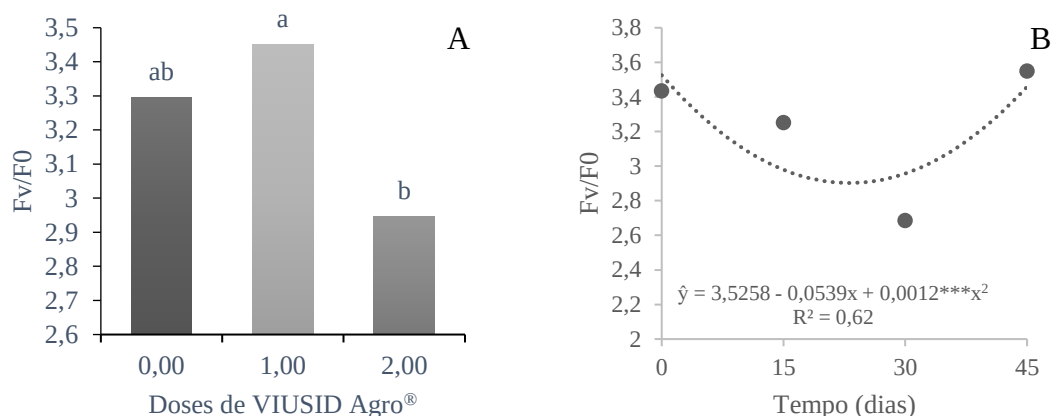
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A). *** Significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 9: Fluorescência variável (Fv) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função dos fatores VIUSID Agro® (A) e dias após a aplicação inicial (B).

Essa redução de Fv nas matrizes de goiabeira reflete a perda de atividade fotoquímica nas folhas. Para Baker (2008), a fluorescência variável reflete a capacidade da planta de transferir energia, portanto quanto menor a Fv, menor a capacidade da planta em transferir a energia dos elétrons das moléculas de pigmento para a formação de NADPH, ATP e ferredoxina reduzida (Fdr) e, conseqüentemente, uma menor capacidade de assimilação de CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese. Portanto, matrizes de goiabeira submetidas a concentração de 2,0 ml do bioestimulante e plantas controle apresentaram menor capacidade de transferência de energia, nesse primeiro caso provavelmente uma resposta a maior concentração de ingredientes ativos depositados na água de aplicação.

Quanto a razão Fv/F0, observou-se no presente trabalho que plantas controle e que receberam doses de 1,0 ml do bioestimulante apresentaram maiores médias, nesse primeiro

caso não diferindo estatisticamente de plantas que receberam 2,0 ml do Viusid (Figura 10A). Em relação ao fator tempo, os valores médios variaram de 3,43 na primeira época, para 3,54 na quarta (Figura 10B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (A). *** Significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F.

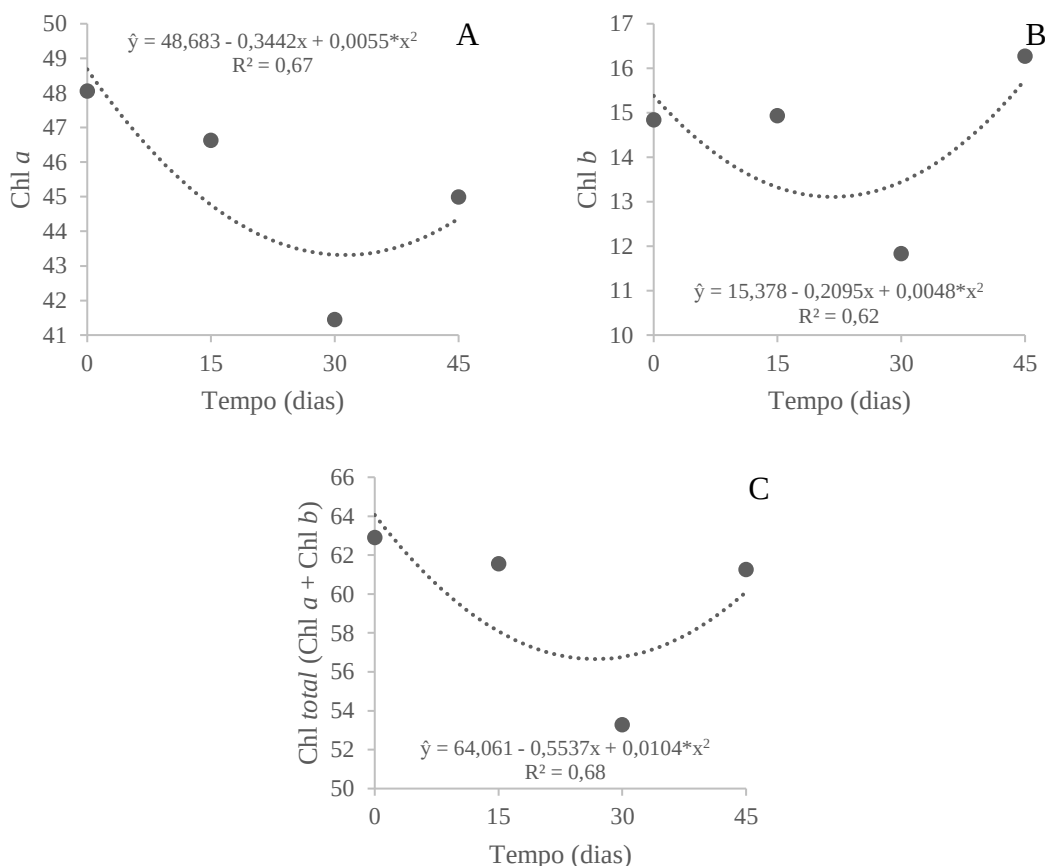
Figura 10: Razão Fv/F0 de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função dos fatores VIUSID Agro® (A) e dias após a aplicação inicial (B).

Alguns autores utilizam a relação Fv/F0 como indicador da eficiência máxima no processo fotoquímico no FSII e/ou da atividade fotossintética potencial, tendo como ideal médias localizadas entre 4 e 6 elétrons quantum^{-1} (SILVA et al., 2015). Logo, tais resultados encontrados apontam para algum tipo de anormalidade, onde doses do bioestimulante iguais a 2,0 ml ocasionaram injúria, tendo em vista que a média diminuiu com o aumento da dose. Este comportamento indica, portanto, que o bioestimulante aplicado promoveu injúrias ao PSII, levando como referência a relação Fv/F0.

Um fator expressivo que pode ser indicado como causador de dano ao PSII é o aumento de espécies reativas de oxigênio (EROs) nas plantas, formadas durante o estresse. Isto ocorre especialmente devido ao aumento da resistência estomática que dificulta o influxo de CO_2 ao ciclo de Calvin-Benson durante a fotossíntese, acarretando numa menor canalização de energia que seria utilizada na síntese de carboidratos, sobrecarregando o sistema com pigmentos superexcitados que podem passar energia para o oxigênio e dar origem às EROs (MCKERSIE; LESHAM, 1994).

Quanto aos índices de clorofila, conforme o passar do tempo houve queda gradativa nos índices das clorofilas *a*, *b* e *total* até a terceira época de avaliação (Figuras 11A, B e C), com valores médios de 41,45, 11,83 e 53,28, respectivamente. A partir desse ponto verificou-se um aumento, com destaque para a clorofila *b*, que obteve um acréscimo de 9,65% no comparativo entre a primeira e última épocas. De acordo com Scalón et al. (2003), o aumento

da clorofila *b* é uma característica importante, pois a clorofila *b* captura energia de diferentes comprimentos de onda e transfere a energia para a clorofila *a*, que atua efetivamente na reação fotoquímica da fotossíntese.



* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F (A), (B) e (C).

Figura 11: Índices de clorofila *a* (A), *b* (B) e *total* (Chl *a* + Chl *b*) (C) de matrizes de goiabeira cv. Século XXI, em função dias após a aplicação inicial.

Com relação a redução dos índices de clorofila, para Tabot e Adams (2013), essa resposta pode ser uma forma de adaptação das plantas a condição de estresse, mediante a conservação da energia e consecutivamente diminuição da captação de energia luminosa, na tentativa de evitar o estresse foto-oxidativo.

4 CONCLUSÕES

As variáveis de trocas gasosas foram favorecidas pelo uso do VIUSID Agro[®], com exceção apenas da eficiência instantânea de carboxilação (EiC);

Plantas tratadas com a dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ do bioestimulante foram mais eficientes no controle da temperatura foliar;

A dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ também influenciou positivamente as variáveis de fluorescência da clorofila “a”, enquanto que a dose de 2,0 ml.3 L⁻¹ acarretou respostas negativas nas plantas;

Recomenda-se o uso do bioestimulante VIUSID Agro[®] para o cultivo de matrizes de goiabeira, especialmente na dose de 1,0 ml.3 L⁻¹.

5 REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332p.

BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis In Vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 89–113, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759>

BAKER, N. R.; ROSENQVST E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p. 1607-1621, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erh196>

BAPTISTA, J. M.; ALMEIDA, M. D. C.; VIEIRA, P.; SILVA, A. C. M.; RIBEIRO, R.; FERNANDO, R. M.; CAMEIRA, M. D. R. Programa nacional para o uso eficiente da água. **Lisboa: Instituto Superior de Agronomia**, 2001. 212p.

BARBIERI JUNIOR, É.; ROSSIELLO, R. O. P.; SILVA, R. V. M. M.; RIBEIRO, R. C., MORENZ, M. J. F. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85. **Ciência Rural [online]**. v. 42, n. 12, p. 2242-2245, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000109>

BULGARI, R.; FRANZONI, G.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. **Agronomy**, v. 9, n. 6, p. 306, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomia9060306>

CARADONIA, F.; BATTAGLIA, V.; RIGHI, L.; PASCALI, G.; LA TORRE, A. Plant Biostimulant Regulatory Framework: Prospects in Europe and Current Situation at International Level. **Journal of plant growth regulation**, v. 38, n. 2, p. 438-448, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9853-4>

CASTRO, P. R. E.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. 1st edition. Agropecuária, Guaíba, 2001. 588p.

CATALYSIS. Informações gerais: VIUSID agro®. Disponível em: <http://www.davidagroup.com/port/viusid-agro/index.html>. Acesso em: 10 dez. 2021.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. (Eds.). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

DUTRA, A. F.; DE MELO, A. S.; FILGUEIRAS, L. M. B.; DA SILVA, Á. R. F.; DE OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 189-197, 2015. DOI: 10.5039/agraria.v10i2a3912

European Commission [WWW Document], 2019. Regul. 2019/1009 Eur. Parliam. Counc. 5 June 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1009>. Acesso em: 13 dez. 2021.

FARIA, L. N.; DONATO, S. L.; SANTOS, M. R. D.; CASTRO, L. G. The effects of irrigation management on floral induction of 'Tommy Atkins' mango in Bahia semiarid. **Engenharia Agrícola**, v. 36, p. 387-398, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p387-398/2016>

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FREITAS, R. M. O.; DOMBROSKI, J. L. D.; DE FREITAS, F. C. L.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. D. S. Physiological responses of cowpea under water stress and rewatering in no-tillage and conventional tillage systems. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 559–567, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n303rc>

HASSANEIN, R. A.; BASSONY, F. M.; BARAKAT, D. M.; KHALIL, R. R. Physiological effects of nicotinamide and ascorbic acid on Zea mays plant grown under salinity stress. 1- changes in growth, some relevant metabolic activities and oxidative defense systems. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 5, p. 72-81, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>>. Acesso em: 20 de dez. 2021.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000300004>

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 550p.

LEAKEY, A. D. B.; URIBELARREA, M.; AINSWORTH, E. A.; NAIDU, S. L.; ROGERS, A.; ORT, D. R.; LONG, S. P. Photosynthesis, productivity, and yield of maize are not affected by open-air elevation of CO₂ concentration in the absence of drought. **Plant Physiology**, v. 140, p. 779-790, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.105.073957>

LEUZINGER, S.; VOGT, R.; KÖRNER, C. Tree surface temperature in an urban environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 150, p. 56-62, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.08.006>

LIMA, A. D. V.; SOUZA, R. S.; LUCIO, O. S.; GIACOMINI, G. X.; MARCO, R.; MARTINS, C. R. Fenologia de cultivares de goiabeira em sistema de produção orgânico. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, v. 15, p. 1192-1201, 2018.

LIMA, M. J.; FARIAS, V. D.; COSTA, D. L.; SAMPAIO, L. S.; SOUZA, P. J. Efeito combinado das variáveis meteorológicas sobre a condutância estomática do feijão-caupi. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 547-553, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160414>

MATHIS, P.; PALLOTIN, G. Primary process of photosynthesis. In: HATCH, M.D.; BOARDMAN, N. K. (Ed.). **The biochemistry of plants**. New York: Academic Press, 1981. pp. 97-161.

MCKERSIE, B. D.; LESHEM, Y. Y. Stress and stress coping in cultivated plants. **Dordrecht: Academic Publishers**, 1994. 256p.

MONTEITH, J.; UNSWORTH, M. **Principles of environmental physics**. Londres: Edward Arnold, 1990. 291p.

MONTES, R. M.; PARENT, L. É.; AMORIM, D. A.; ROZANE, D. E.; PARENT, S. É.; NATALE, W.; MODESTO, V. C. Nitrogen and potassium fertilization in a guava orchard evaluated for five cycles: Effects on the plant and on production. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 01-12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20140532>

MUCHALAK, S. M.; CUNHA, F.; GUAZINA, R.; LIMA, S.; GODOY, A. Utilização de bioestimulante nas características agronômicas de diferentes cultivares de batata irrigada. **Nucleus**, v. 13, n. 2, 2016. DOI: [10.3738/1982.2278.1619](https://doi.org/10.3738/1982.2278.1619)

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; BANZATTO, D. A. Influência da época de amostragem na composição química das folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista de Agricultura**, v. 69, p. 247-255, 1994. DOI: <https://doi.org/10.37856/bja.v69i3.1041>

NEVES, L. C. (Org.) **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. EDUEL, Londrina, 2009. 494p.

NGOROYEMOTO, N.; GUPTA, S.; KULKARNI, M. G.; FINNIE, J. F.; VAN STADEN, J. Effect of organic biostimulants on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus* L. **South African Journal of Botany**, v. 124, p. 87-93, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.03.040>

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 86-95, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100010>

OOSTEN, M. J. VAN; PEPE, O.; PASCALE, S. DE; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 4-5, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>

OTTO, S. G. M.; VERGANI, A. R.; NATAL GONÇALVES, A.; VRECHI, A.; SILVA, S. R.; STAPE, J. L. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de

Eucalyptus sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. x-y, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000300006>

PEREIRA, F. M.; USMAN, M.; MAYER, N. A.; NACHTIGAL, J. C.; MAPHANGA, O. R. M.; WILLEMSE, S. Advances in guava propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, p. e-358, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017358>

PEREIRA-NETTO, A. B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Eds.) **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. pp. 17-42.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

SCALON, S. D. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (pasq.) A. Robins sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000600001>

SILVA, F. G. D.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. D.; FILGUEIRAS, L.; MELO, A. S. D. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p946-952>

SOLOS, Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013. 353p.

SOUSA, J. R.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; XAVIER, D. A.; FURTADO, G. D. F. Impact of saline conditions and nitrogen fertilization on citrus production and gas exchanges. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 415-424, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n218rc>

TABOT, P. T.; ADAMS, J. B. Early responses of *Bassia diffusa* (Thunb.) Kuntze to submergence for different salinity treatments. **South African Journal of Botany**, v. 84, p. 19-29, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2012.10.002>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F.; DARDENGO, M. C. J. D.; EFFGEN, T. A. M. Comportamento fisiológico de dois clones de Eucalyptus na época seca e chuvosa. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120152>

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2nd edition. UFRGS, Porto Alegre, 1995. 174p.

VAN OOSTEN, M. J.; PEPE, O.; DE PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 5, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>

VASCONCELOS, A. C. F.; CHAVES, L. H. G. Biostimulants and Their Role in Improving Plant Growth under Abiotic Stresses. **Biostimulants in Plant Science**, 2019.

WANG, D.; GARTUNG, J. Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees under postharvest deficit irrigation. **Agricultural Water Management, Amsterdam**, v. 97, p. 1.787-1.794, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.06.014>

YAKHIN, O. I.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. H. Biostimulants in plant science: A global perspective. **Frontiers in plant Science**, v. 7, p. 2049, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>

CAPITULO II

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA SOB DOSES DE BIOESTIMULANTE E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GOIABEIRA SOB DOSES DE BIOESTIMULANTE E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

RESUMO

Produtos comerciais como bioestimulantes e reguladores vegetais podem exercer grande influência no processo de enraizamento de estacas, devido à capacidade que apresentam em estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer, também, o equilíbrio hormonal da planta e seu crescimento. Portanto, objetivou-se nesta pesquisa verificar se há efeito sinérgico da aplicação de Viusid em plantas matrizes de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivar Século XXI com o ácido indolbutírico, na promoção do enraizamento de estacas herbáceas. O experimento foi conduzido em estufa, sendo os tratamentos dispostos em arranjo fatorial 3 x 5, sendo os fatores doses do bioestimulante VIUSID Agro[®] (0; 1,0 e 2,0 ml.3 L⁻¹ de solução) e concentrações do ácido indolbutírico (0; 1.000; 2.000; 3.000 e 5.000 mg L⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, sendo a unidade experimental composta por 10 estacas. Foram avaliadas sobrevivência das estacas, estacas enraizadas, estacas vivas sem raiz, estacas com calo, retenção foliar, mortalidade, número de raízes, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, da raiz e total. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Plantas tratadas com o VIUSID Agro[®] obtiveram maior percentual de estacas enraizadas, comprimento de raiz, número de raízes e massa seca da raiz; estacas tratadas com a dose 1,0 ml.3 L⁻¹ do bioestimulante e a concentração 5.000 mg L⁻¹ do AIB obtiveram maior massa seca de raiz. Observou-se interação sinérgica entre o VIUSID Agro[®] e o hormônio vegetal AIB, dessa forma, recomenda-se o uso do bioestimulante na dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ juntamente com o AIB na concentração 5.000 mg L⁻¹ para a formação de mudas de goiabeira.

Palavras-Chave: Auxina. Propagação vegetativa. Rizogênese. Viusid.

1 INTRODUÇÃO

Entre as frutas tropicais brasileiras, a goiaba (*Psidium guajava* L.) ocupa lugar de destaque, pelo seu aroma, sabor característico e pelo seu valor nutricional elevado, com boa aceitação pelos consumidores, podendo ser consumida *in natura* ou utilizada nas agroindústrias de processamento (MONTES et al., 2016; GALLI et al., 2019). Em 2020 a produção nacional dessa frutífera foi de 566.293 toneladas, estando os estados de Pernambuco, São Paulo e Bahia como os maiores produtores nacionais, sendo a Paraíba o 15º colocado com produção estimada em 2.360 toneladas (IBGE, 2020).

Nesse contexto, cerca de 70% das goiabeiras cultivadas no Brasil são da cultivar ‘Paluma’, tendo havido uma expansão da cv. Século XXI (PEREIRA; KAVATI, 2011), cultivar pouco vigorosa, porém bastante produtiva, com frutos grandes, com “pescoço” muito curto e polpa espessa, firme, róseo-avermelhada, com poucas e pequenas sementes, sabor bastante adocicado, apresentando amplas possibilidades de cultivo comercial como goiabeira de dupla finalidade (PEREIRA et al., 2003).

A propagação da goiabeira de um modo geral é realizada pelo método de estaquia, sendo essa a técnica de propagação mais utilizada na produção de mudas, haja vista, que a mesma proporciona maior uniformidade das plantas, mantêm as características genótípicas das plantas matrizes, aumenta a produção e reduz o tempo de obtenção das mudas (SINGH, 2018). Contudo, esse método propagativo é empregado de modo mais significativo para espécies que apresentam maior facilidade para a formação de raízes adventícias, como a ‘Paluma’ (SOUZA et al., 2016). Porém para a ‘Século XXI’ foi observado por Costa et al. (2019b) que tal método em associação com ácido indolbutírico (AIB) em diferentes tempos de imersão, resultou em enraizamento de estacas de até 64%, percentual considerado baixo para ser recomendado a um viveirista comercial.

Na propagação vegetativa, muitos fatores podem impactar na capacidade das estacas em emitir raízes; podendo estar relacionado a fatores internos e externos à planta, dentre os quais, destacam-se como fatores externos às condições ambientais proporcionadas ao enraizamento, e entre os fatores internos o estado nutricional da planta matriz, o tipo de estaca utilizada, o potencial genético de enraizamento da espécie ou da cultivar, os reguladores vegetais e suas devidas concentrações, assim como o tempo de imersão da base das estacas nesses reguladores, dentre outros (WENDLING et al., 2014; BOTIN; CARVALHO, 2015).

Conforme supracitado, para a obtenção de resultados satisfatórios na produção de mudas deve-se considerar o tipo de estaca, sendo as do tipo herbáceo e semilenhosa mais utilizadas, pois são constituídas por tecidos com menor grau de lignificação, maior proporção

de células com capacidade de se desdiferenciarem, maior taxa de divisão celular e quantidades menores de compostos fenólicos, que podem facilitar o enraizamento, além de promover a produção de mudas mais rapidamente (COSTA et al., 2019a).

No processo rizogênico da goiabeira, o uso de reguladores de plantas, a base de auxina sintética, são práticas difundidas para tornar a produção de mudas viáveis (HARTMANN et al., 2002). Essa prática é baseada na aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos na base das estacas, elevando o teor de auxinas no tecido, visando uma resposta quanto ao crescimento ou o desenvolvimento vegetal (FAGAN et al., 2015). Sendo o ácido indolbutírico (AIB) uma das auxinas mais comumente utilizadas, por se tratar de uma substância com baixa toxicidade mesmo em concentrações elevadas (HARTMANN et al., 2002; AMARAL et al., 2008).

A fim de acelerar e reduzir os custos de produção de mudas, além dos reguladores vegetais, também estão sendo utilizados os bioestimulantes, que vem sendo testado em diferentes espécies agrícolas. Esses produtos são definidos como sendo a mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outros compostos de natureza química diferente, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas (MACEDO; CASTRO, 2015), possuindo a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer, também, o equilíbrio hormonal da planta e seu desenvolvimento (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Dentre os produtos disponíveis atualmente no mercado está o VIUSID Agro[®], que é definido como um promotor de crescimento e se enquadrando dentro da classe dos bioestimulantes. Esse produto pode ser aplicado em todas as fases do desenvolvimento vegetal, seja diluído na água de irrigação ou por aspersão sobre as plantas, atuando em concentrações extremamente baixas e promovendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, com aumento da sua produtividade (CATALYSIS, 2020). No entanto, não há registro da sua aplicação, atuando de forma sinérgica na promoção de enraizamento de estacas.

Segundo Petri et al. (2016) os bioestimulantes assim como os reguladores vegetais são, portanto, substâncias que podem ser aplicadas nas plantas visando alterar o metabolismo em alguma das fases do desenvolvimento, com intuito de maximizar processos fisiológicos. Pelo exposto, objetivou-se verificar se há efeito sinérgico da aplicação do VIUSID Agro[®] em plantas matrizes de goiabeira cv. Século XXI com o ácido indolbutírico, na promoção do enraizamento de estacas herbáceas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em estufa localizada no Viveiro de Fruticultura, pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências do Ambiente, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, situado no município de Areia – Paraíba, (6 ° 51' 47" e 7° 02' 04" de latitude sul e 35° 34' 13" e 35° 48' 28" de longitude oeste do meridiano de Greenwich.

O promotor de crescimento VIUSID Agro[®] foi aplicado em plantas matrizes de goiabeira cv. Século XXI, com 9 anos de idade, oriundas de propagação assexuada, pertencentes a um pomar comercial, localizado no município de Alhandra, Paraíba, Brasil. Nas plantas foi realizada a adubação anual com 320 g de ureia, 600 g de super fosfato simples (SS), 320 g de cloreto de potássio (KCL), quantitativo parcelado em três aplicações.

2.1 Delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 3 x 5, sendo os fatores doses do bioestimulante VIUSID Agro[®] (0; 1,0 e 2,0 mL L⁻¹ de solução) e concentrações do ácido indolbutírico (0; 1.000; 2.000; 3.000 e 5.000 mg L⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, sendo a unidade experimental composta por 10 estacas.

2.2 Aplicação do VIUSID Agro[®]

As plantas que se encontravam em repouso foram adubadas (15/02/21), realizada a primeira aplicação do VIUSID Agro[®] (22/02/21) e posteriormente realizada a poda de produção (08/03/21).

A segunda aplicação de VIUSID Agro[®] foi realizada em (23/03/21), um mês após a primeira aplicação. A partir da segunda aplicação (23/03/21), o intervalo entre as pulverizações foi de 15 dias, sendo realizada mais três aplicações (08/04/21, 23/04/21, 07/05/21). O intervalo entre a primeira e segunda aplicação foi maior, em virtude da velocidade de brotação após a poda. Posteriormente, houve redução, pois houve uma aceleração do processo de lignificação, em virtude das doses aplicadas, demonstrando intensa absorção do produto. Desta forma, como as estacas usadas seriam herbáceas, o intervalo foi reduzido.

2.3 Coleta de ramos, preparo das estacas e estaqueamento

A coleta de ramos foi realizada 15 dias após a última aplicação do bioestimulante VIUSID Agro[®]. No início da manhã foram coletados ramos, sendo estes envolvidos em folhas

de papel umedecidas, colocadas dentro de sacos plásticos, formando uma câmara úmida, a fim de proceder ao transporte dessas.

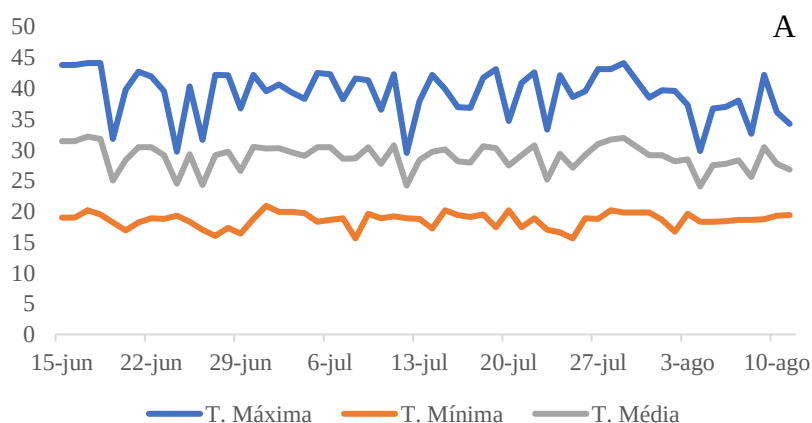
O material foi transportado para o Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, sendo colocado sob sombrite com passagem de 50% de luz, na câmara de nebulização, procedendo a abertura das câmaras úmidas e posterior seccionamento das estacas, cortadas da parte apical dos ramos.

A solução hidroalcóolica de AIB foi preparada dissolvendo a cada 1.000 mg de AIB em 30 ml de álcool etílico a 96°; após totalmente dissolvido, o volume foi completado com água destilada, obtendo-se então a concentração de AIB, sendo repetido esse mesmo procedimento para as demais concentrações.

Nas estacas realizou-se um corte reto no ápice e em bisel na base, ficando com um par de folhas e três nós, com ± 12 cm de comprimento dependendo do tecido vegetal, sendo os limbos foliares reduzidos à metade do comprimento total da folha. Em seguida, estas foram agrupadas por repetição e tiveram 2 cm da base imersas em solução hidroalcóolica de AIB por cinco segundos.

Logo, as estacas foram inseridas ($\pm$ um terço do comprimento da estaca) em tubetes preenchidos com substrato obtido pela mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita média, na proporção de 2:1. Estas que foram mantidas durante todo ensaio, sob sistema de nebulização intermitente, com acionamento durante 10 segundos e desligamento do sistema por 10 minutos ou conforme o requerimento em função da temperatura da estufa; e com cobertura de sombreamento (50%).

Durante o ensaio foi determinada a temperatura e umidade relativa do ar no ambiente da câmara de nebulização, com o equipamento Data Logger.



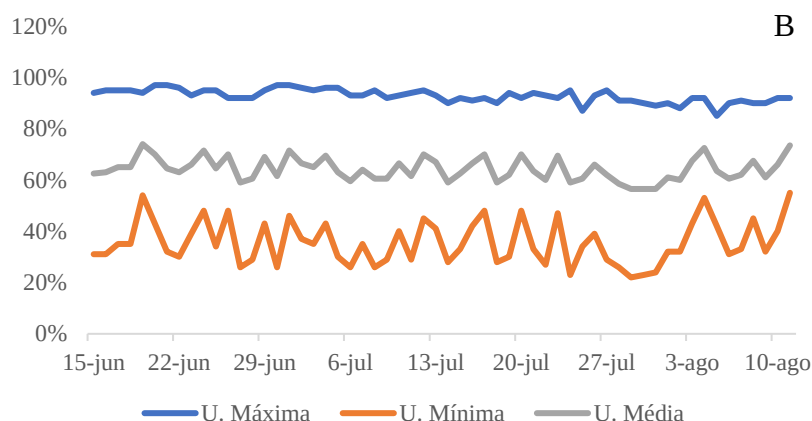


Figura 1: Dados meteorológicos de temperatura (A) e umidade (B) ocorridos na área durante o período de execução do experimento.

2.4 Variáveis analisadas

Aos 80 dias após a instalação do experimento foram analisadas as seguintes variáveis:

1. Sobrevivência das estacas (%): estacas que se mantiveram vivas até a finalização do experimento;
2. Estacas enraizadas (%): contabilização das estacas que apresentaram, pelo menos, uma raiz no total de estacas da parcela;
3. Estacas vivas sem raiz (%): contagem das estacas que não apresentaram raiz, no total das estacas da parcela que se mantiveram vivas até a finalização do experimento;
4. Estacas com calo (%): contagem das estacas que apresentaram calo, independente de possuírem raiz ou não, na quantidade de estacas vivas da parcela;
5. Retenção foliar (%): contagem das estacas que mantiveram as folhas até a finalização do experimento, no total de estacas vivas da parcela;
6. Mortalidade (%): Estacas mortas contabilizadas até a finalização do experimento;
7. Número de raízes: quantificação do número médio de raízes formadas nas estacas enraizadas;
8. Comprimento das raízes (cm): mensuração do comprimento das raízes presentes nas estacas enraizadas (maiores que 1cm), com auxílio de régua;
9. Massa de matéria seca da parte aérea (g): pesagem, com auxílio da balança analítica, da parte aérea das estacas, após secagem em estufa, por 48 horas a 65 °C;
10. Massa de matéria seca das raízes (g): pesagem, com auxílio da balança analítica, da raiz das estacas enraizadas, após secagem em estufa, por 48 horas a 65 °C.

11. Massa de matéria seca total (g): pesagem, com auxílio da balança analítica, da parte aérea e da raiz das estacas enraizadas, após secagem em estufa, por 48 horas a 65 °C.

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$). Os dados do bioestimulante VIUSID Agro[®] foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As concentrações do ácido indolbutírico (AIB) foram submetidas a análise de regressão. Os dados de crescimento: estacas vivas sem raiz (EVSr), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) foram transformados para $\ln(y+a)$. Todas as análises foram realizadas usando o software R Versão 4.1.0 (R Core Team, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às variáveis analisadas no presente experimento, verifica-se que estacas enraizadas (EE) e comprimento de raiz (CR) foram influenciadas significativamente pelo fator VIUSID Agro[®], enquanto estacas vivas sem raiz (EVSr) sofreram influência do ácido indolbutírico (AIB) e massa seca da raiz (MSR) foi influenciada por todos os fatores (Tabelas 2). Verifica-se ainda que a variável número de raízes (NR) apresentou efeito significativo para a interação entre os fatores VIUSID Agro[®] e ácido indolbutírico, quanto as demais variáveis, essas não foram influenciadas por nenhum dos fatores em estudo.

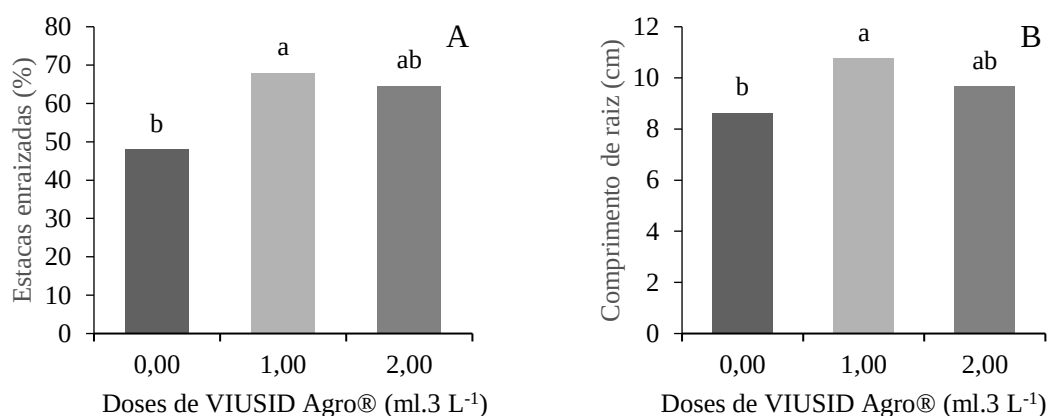
Tabela 1. Resumo das análises de variâncias para a sobrevivência das estacas (SE), estacas enraizadas (EE), estacas vivas sem raiz (EVSr), estacas com calo (ECC), retenção foliar (RF), mortalidade (M), número de raízes (NR), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) das estacas de goiabeira cv. Século XXI submetidas à diferentes doses do bioestimulante VIUSID Agro[®] (V) e ácido indolbutírico (AIB), Areia, PB

F.V.	GL	SE	EE	EVSr	ECC	RF	M
Quadrado médio							
Viusid(V)	2	886,67 ^{n.s.}	1722,22*	375,56 ^{n.s.}	895,56 ^{n.s.}	1402,22 ^{n.s.}	886,67 ^{n.s.}
AIB	4	75,56 ^{n.s.}	385,56 ^{n.s.}	366,67*	896,67 ^{n.s.}	218,89 ^{n.s.}	75,56 ^{n.s.}
V x AIB	8	450,56 ^{n.s.}	405,56 ^{n.s.}	95,00 ^{n.s.}	331,67 ^{n.s.}	560,56 ^{n.s.}	450,56 ^{n.s.}
Resíduo	30	540,00	442,22	126,67	551,11	435,56	540,00
CV (%)		26,1	28,5	75,2	39	26,8	69,4
Média		72,67	60,22	12,22	49,11	63,56	27,33
F.V.	GL	NR	CR	MSPA	MSR	MST	
Quadrado médio							
Viusid	2	3,0673 ^{n.s.}	16,7651*	6,7372 ^{n.s.}	1,75308***	15,109 ^{n.s.}	
AIB	4	3,6425 ^{n.s.}	9,9220 ^{n.s.}	0,2145 ^{n.s.}	1,08097***	0,729 ^{n.s.}	
V x AIB	8	5,9469*	6,7955 ^{n.s.}	6,2637 ^{n.s.}	0,97133***	10,669 ^{n.s.}	

Resíduo	30	1,9476	4,3279	3,6891	0,14685	4,741
CV (%)		26,4	17,5	28,7	25,1	26,5
Média		4,32	9,69	5,45	1,24	6,71

n.s., * e ***: não significativo e significativo a 5 e 0,1%, de probabilidade pelo teste F

Dentre os tratamentos avaliados, as doses de 1,0 e 2,0 ml de solução de VIUSID Agro® obtiveram a maior porcentagem de estacas enraizadas (EE) (Figura 2A). Quanto ao comprimento das raízes (figura 2B), foram obtidos resultados significativos para as estacas nas doses de 1,0 e 2,0 ml do VIUSID Agro®, com médias de 10,75 e 9,66 cm, respectivamente.



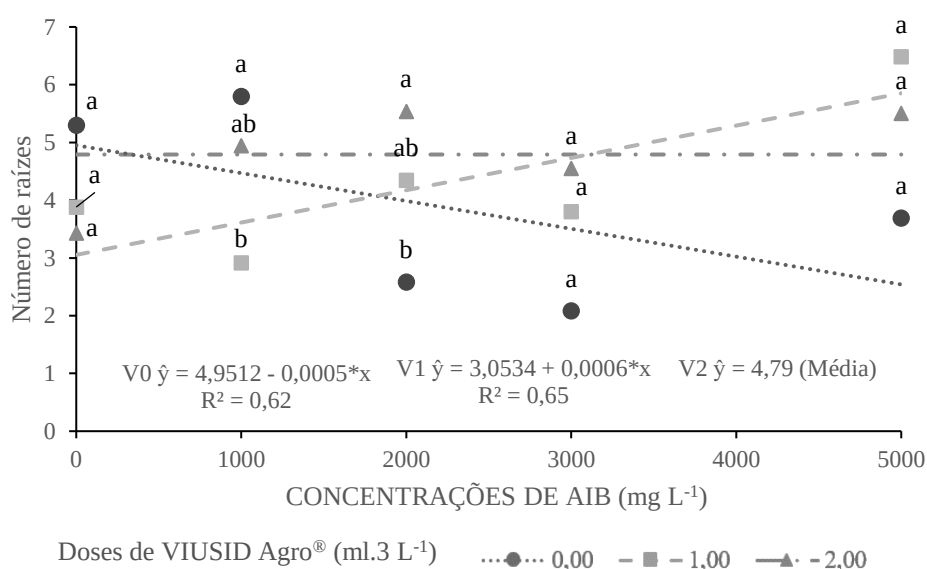
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2: Estacas enraizadas (A) e comprimento das raízes (B) de mudas de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de VIUSID Agro®.

Conforme observado por Nardi et al. (2016) alguns bioestimulantes são relatados como tendo tais efeitos, promovendo o enraizamento e o crescimento das raízes em várias espécies de plantas. Logo, parte dos resultados obtidos neste estudo podem ser atribuídos aos componentes da formulação do VIUSID Agro®. Esse que contém *Ascophyllum nodosum* (extrato de algas) presente em 15% da sua formulação (CATALYSIS, 2021), e que de acordo com Spann e Little (2011) promove a produção endógena de hormônios de crescimento como auxinas, giberelinas e citocininas.

Auxina, que por sua vez, desempenha um papel fundamental na promoção do crescimento e divisão celular, e na formação de raízes adventícias em estacas aumentando o número de raízes emitidas por essas. Contudo, é preciso considerar que o fato da aplicação de AIB não apresentar diferenças nos outros tipos de estacas pode estar relacionado ao fato da concentração endógena de auxina nas estacas já se encontrar em um nível favorável ao enraizamento (NOGUEIRA et al., 2017), a partir do qual qualquer acréscimo passa a ter efeito inibitório nesse processo (FACHINELLO et al., 2005; PAULA et al., 2009).

Outro componente importante do VIUSID Agro[®] são os aminoácidos, alguns dos quais: ácido aspártico, glicina e triptofano (CATALYSIS, 2021). Onde estudos têm demonstrado que esses aminoácidos aumentam o enraizamento e o número de raízes em espécies de plantas quando aplicados em meios de cultura e/ou estão correlacionados a um melhor desempenho de enraizamento em estacas (ORLIKOWSKA et al., 1992; DUTRA et al., 2002). Tal fato corrobora com os resultados obtidos na figura 3, onde o aumento das concentrações do bioestimulante e do hormônio de crescimento AIB resultaram no maior número de raízes em comparação a testemunha, essa que demonstrou queda crescente para a variável analisada.

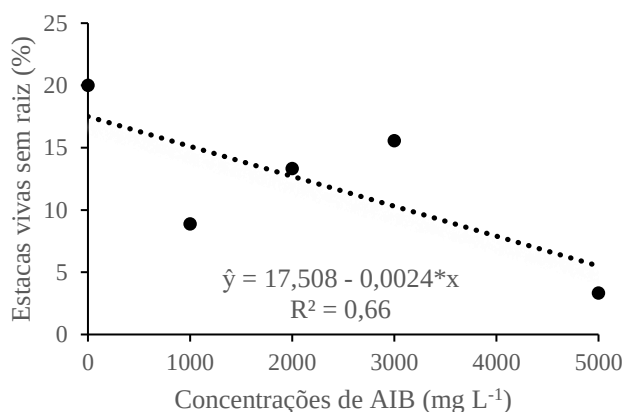


* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 3: Número de raízes de mudas de goiabeira cv. Século XXI, em função da interação entre os fatores VIUSID Agro[®] e ácido indolbutírico (AIB).

O bioestimulante também contém sulfato de zinco, que influencia a criação e o desenvolvimento de novos tecidos (POSADA-PÉREZ et al., 2021) aumentando o enraizamento devido seu envolvimento na biossíntese do triptofano, um precursor da auxina (SCHWAMBACH et al., 2005). Além disso, deve-se atribuir particular importância ao processo biocatalítico de ativação molecular do VIUSID Agro[®], que melhora a atividade biológica e a reatividade bioquímica de todas as suas moléculas, resultando em melhores condições de crescimento inicial e tempo mais curto nos ciclos de crescimento (CATALYSIS, 2021). De acordo com Bulgari et al. (2019) também é importante salientar que o isolamento e estudo de um único componente é quase impossível e a eficácia de um bioestimulante não se deve a um único composto, mas ao resultado da ação sinérgica de diferentes moléculas bioativas.

Para estacas vivas sem raiz (figura 4) houve um efeito linear decrescente com o aumento das concentrações do ácido indolbutírico. Observa-se que estacas que não foram tratadas com AIB registraram o maior valor, havendo uma queda de aproximadamente 83,33% para a concentração de 5.000 mg, sendo esta a que representou maior declínio para a variável analisada, quando comparado à testemunha.

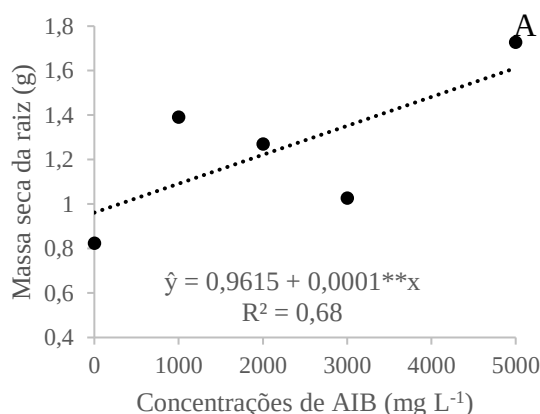


* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

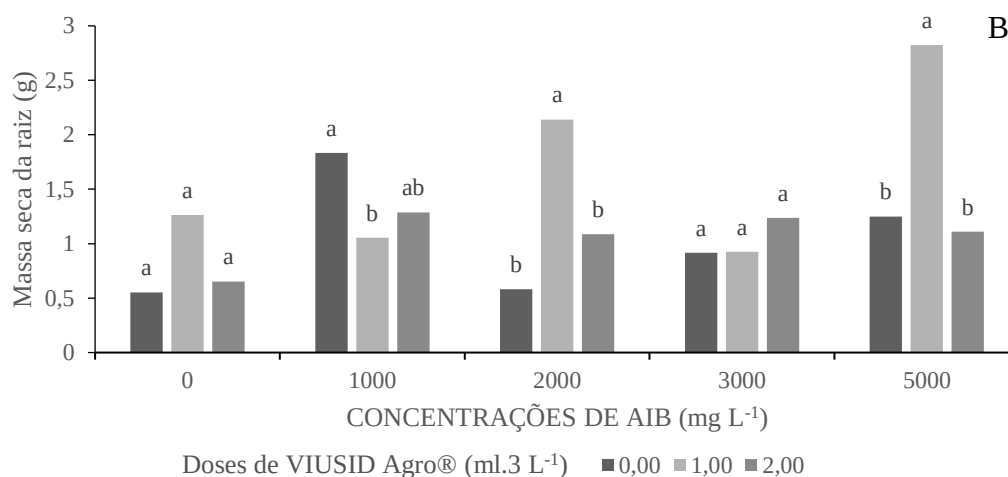
Figura 4: Estacas vivas sem raiz de mudas de goiabeira cv. Século XXI, em função de doses de ácido indolbutírico (AIB).

Esse resultado se deve ao uso do ácido indolbutírico, visto que, o uso de concentrações adequadas do AIB atua no aumento do número de raízes emitidas por estaca, em decorrência da ação na antecipação do enraizamento, promovendo um maior percentual de estacas enraizadas. Logo, no que diz respeito as testemunhas, segundo Bitencourt et al. (2010), em espécies de difícil enraizamento, a formação de calos ocorre frequentemente antes do surgimento das raízes, portanto, pode-se inferir que se a permanência de estacas em casa de vegetação for prolongada, a porcentagem de enraizamento e de variáveis relacionadas poderia aumentar. De acordo com Bischoff et al. (2017) embora a formação de calos não seja um indicador direto do enraizamento em muitas plantas, pode-se depreender que existe atividade nos tecidos, devido à similaridade das condições endógenas da estaca para o surgimento de ambos.

Com relação a massa seca da raiz (Figura 5A), considerando-se as diferentes concentrações do ácido indolbutírico, nota-se que houve um efeito linear crescente da variável com o incremento do AIB, apresentando aumento de aproximadamente 110% em relação as plantas testemunhas. Já no comparativo entre diferentes doses do bioestimulante e concentrações de ácido indolbutírico (Figura 5B), o peso médio para a massa seca da raiz foi maior para a 1,0 ml do VIUSID Agro[®] e 5.000 mg de AIB, com média de 2,8 g, resultado superior aos demais avaliados.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (B).

Figura 5: Massa seca da raiz de mudas de goiabeira cv. Século XXI, em função dos fatores AIB (A) e interação entre os fatores (Viusid e AIB) (B).

Segundo Nardi et al. (2016), os tecidos das raízes são reconhecidos como alvos dos bioestimulantes. Desse modo, mesmo que outras partes da planta não apresentem efeito significativo para a aplicação de promotores de crescimento como esse, a raiz é influenciada positivamente, conforme esperado. A emissão de raízes em maior número e comprimento é essencial quando o objetivo é a produção de mudas em escala comercial, tendo em vista que esses fatores são fundamentais na constituição dos pomares (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007). Além disso, mudas que possuem uma maior quantidade de raízes promovem maiores benefícios, como maior fixação no solo, o que permitirá uma área mais acentuada de absorção de água e nutrientes, proporcionando crescimento e desenvolvimento rápido e vigoroso, com consequente redução da mortalidade quando levado ao campo (COLOMBO et al., 2018), diminuindo assim o número de falhas no plantio.

Considerando que os aminoácidos podem atuar estimulando o metabolismo vegetal, pois aumentam a síntese de proteínas e alguns hormônios responsáveis pelo crescimento das

plantas (MÓGOR et al., 2018), o presente aumento na massa seca de raízes das estacas de goiabeira foram obtidas devido ao crescimento das plantas estimulado pela presença de aminoácidos e outros componentes encontrados no bioestimulante VIUSID Agro[®]. Logo, o aumento da massa seca está relacionado ao efeito do bioestimulante sobre o crescimento vegetativo das mudas, que acarreta uma maior produção e acúmulo nas quantidades de carboidratos (AL-ABBASI et al., 2017). Bem como, do hormônio vegetal AIB, que dentre as principais funções biológicas pode-se citar o crescimento de órgãos, especialmente as raízes.

Em síntese, os componentes presentes na formulação do VIUSID Agro[®] em associação com o ácido indolbutírico poderiam explicar o melhor desempenho para formação de raízes em estacas de *P. guajava* e, também, dos demais resultados obtidos pela interação sinérgica de ambos os produtos, que se mostraram benéficos a produção de estacas.

4 CONCLUSÕES

Plantas tratadas com o bioestimulante VIUSID Agro[®] obtiveram maior percentual de estacas enraizadas, comprimento de raiz, número de raízes e massa seca da raiz;

Estacas tratadas com a dose 1,0 ml.3 L⁻¹ do bioestimulante e a concentração 5.000 mg L⁻¹ do AIB obtiveram maior massa seca de raiz;

Observou-se interação sinérgica entre o VIUSID Agro[®] e o hormônio vegetal AIB, dessa forma, recomenda-se o uso do bioestimulante na dose de 1,0 ml.3 L⁻¹ juntamente com o AIB na concentração 5.000 mg L⁻¹ para a formação de mudas de goiabeira.

5 REFERÊNCIAS

AL-ABBASI, G. B.; ABDULLAH, K. M.; HUSSEIN, Z. A. Effect of spraying with Tecamin Algae and NPK fertilizer on the growth of pomegranate (*Punica granatum* L.) seedlings cv. California wonderful. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2019.

AMARAL, U.; BINI, D. A.; MARTINS, C. R. Multiplicação rápida de porta-enxertos de videira mediante estaquia semilenhosa em Uruguaiana – RS. **Revista da FZVA**, v. 15, p. 85-93, 2008.

BISCHOFF, A. M.; VENDRAMIM, D. W.; GOMES, E. N.; ZUFFELLATO RIBAS, K. C.; ENGEL, M. L.; MAGGIONI, R. A. Rooting of black sage cuttings according to different indolebutyric acid concentrations and number of leaves. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 1, p. 41-47, 2017. DOI: 10.5965/223811711612017041.

BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Estaquia de Ginkgo biloba L. utilizando três substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 2, p. 135-140. 2010. DOI: 10.1590/S1516-05722010000200002.

BOTIN, A. A.; CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, p. 83-96, 2015.

BULGARI, R.; FRANZONI, G.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. **Agronomy**, v. 9, n. 6, p. 306, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomia9060306>

CASTRO, P. R. E.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. 1 rd edition. Agropecuária, Guaíba, 2001. 588p.

CATALYSIS. Informações gerais: VIUSID agro®. Disponível em: <http://www.davidagroup.com/port/viusid-agro/index.html>. Acesso em: 10 dez. 2021.

COLOMBO, R. C; CARVALHO, D. U; CRUZ, M. A; ROBERTO, S. R. Blueberry propagation by minicuttings in response to substrates and indolebutyric acid application methods. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p450>

COSTA, J. C. F.; MENDONÇA, R. M. N.; CABRAL, D. A.; SILVA, G.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; MAGALHÃES DOS SANTOS, C. E. Effect of Indolebutyric Acid Immersion Period on the Rhizogenic Process of Guava Cuttings (*Psidium guajava* L.) Cultivar Século XXI. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 32, p. 1-7, 2019b. DOI: 10.9734/jeai/2019/v32i530120

COSTA, J. C. F.; MENDONÇA, R. M. N.; CABRAL, D. A.; SILVA, G.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; MAGALHÃES DOS SANTOS, C. E. Rooting of Herbaceous and Semihardwood Cuttings of Guava cv. Século XXI, under Varying Concentrations of Indolebutyric Acid. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 33, p. 1-9, 2019a. DOI: 10.9734/jeai/2019/v33i130135

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia agrícola**, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000200019>

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

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JUNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. 1st edition. Andrei, São Paulo, 2015. 300p.

GALLI, J. A.; MICHELOTTO, M. D.; CARREGA, W. C.; FISCHER, I. H. Attractive lures for fruit flies in an organic guava orchard. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, e0682018, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000682018>

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JUNIOR, F. T. **Plant propagation: principles and practices**. 7th edition. Prentice Hall, New Jersey, 2002. 880p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>>. Acesso em: 20 de dez. 2021.

MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. C. (2015) Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. In: VISOTTO, L. E.; FERNANDES, F. L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E. A.; AQUINO, L. A.; FERNANDES, M. E. S.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; SOUSA JÚNIOR, J. M. (eds) **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. 1st edition. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, pp. 505-530.

MÓGOR, Á. F.; ÖRDÖG, V.; LIMA, G. P. P.; MOLNÁR, Z.; MÓGOR, G. Biostimulant properties of cyanobacterial hydrolysate related to polyamines. **Journal of Applied Phycology**, v. 30, n. 1, p. 453-460, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1242-z>

MONTES, R. M.; PARENT, L. É.; AMORIM, D. A.; ROZANE, D. E.; PARENT, S. É.; NATALE, W.; MODESTO, V. C. Nitrogen and potassium fertilization in a guava orchard evaluated for five cycles: Effects on the plant and on production. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 01-12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20140532>

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; & ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, v. 73, n. 1, p. 18-23, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>

NOGUEIRA, G. S.; SILVA, F. A. C.; KUNZE, G.; FIGUEIRÓ, J. P. S.; KRUCHELSKI, S.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C. Influência do número de folhas e da aplicação de IBA na estaquia caulinar de *Ficus benjamina* L. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 36, p. 113-119, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i36.3940>

ORLIKOWSKA, T. Effect of amino acids on rooting of apple dwarf root stocks *in vitro*. **Biologia plantarum**, v. 34, n. 1-2, p. 39, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02925788>

PAULA, L. A.; CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Efeito do ácido indolbutírico e épocas de estaqueamento de enraizamento de estacas herbáceas de figueira (*Ficus carica* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 87-92, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6635>

PEREIRA, F. M.; CARVALHO, C. A.; NACHTIGAL, J. C. Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 498-500, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000300034>

PEREIRA, F. M.; KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 92-108, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500013>

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Embrapa Uva e Vinho - Livro científico (ALICE), 2016. 141p.

POSADA-PÉREZ, L.; RODRÍGUEZ, R. B.; PÉREZ, A. C.; PÉREZ, A. P.; MONTESINO, Y. P.; KUKURTCU, B.; DANIELS, D. D.; REYES, G.; GÓMEZ-KOSKY, R. Effect of VIUSID-Agro on the conversion of somatic embryos of coffee (*Coffea arabica* L.) cv. Red Caturra rojo-884. **African Journal of Biotechnology**, v. 20, n. 6, p. 229-236, 2021. DOI: [10.5897/AJB2021.17321](https://doi.org/10.5897/AJB2021.17321)

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 jan. 2022.

SCHWAMBACH, J.; FADANELLI, C.; FETT-NETO, A. G. Mineral nutrition and adventitious rooting in microcuttings of *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, v. 25, n. 4, p. 487-494, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/treephys/25.4.487>

SINGH, K. K. A review: Macro-propagation of guava (*Psidium guajava*). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, p. 2629-2634, 2018.

SOUZA, A. V. V.; SANTOS, U. S.; SOUZA, M. D.; SOUZA, D. D.; BASTOS, D. C. Efeito da época de coleta e concentração de auxina no enraizamento de estacas de *Lippia gracilis* Schauer. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, p. 699-707, 2016. DOI: 10.1590/1983-084X/0142

SPANN, T. M.; LITTLE, H. A. Applications of a Commercial Extract of the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* Increases Drought Tolerance in Container-Grown ‘Hamlin’ Sweet Orange Nursery Trees. **HortScience**, v. 46, n. 4, p. 577-582, 2011. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.4.577>

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, v. 45, p. 473-486, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-014-9415-y>

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. 'paluma' e 'século XXI'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100009>