

Glauco Henrique Pinheiro Maciel

**Título:** Reguladores vegetais e nutrição mineral na formação de mudas de maracujazeiro-doce

- Buri 2018 -

Pinheiro Maciel, Glauco Henrique

Reguladores vegetais e nutrição mineral na formação de mudas de maracujazeiro-doce / Glauco Henrique Pinheiro Maciel -- 2018.  
26f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri  
Orientador (a): Daniel Baron  
Banca Examinadora: Amanda Cristina Esteves Amaro, Laíze Aparecida Ferreira Vilela  
Bibliografia

1. Maracujá-Doce. 2. Fitorreguladores. 3. Nutrição mineral. I. Pinheiro Maciel, Glauco Henrique. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

**Glauco Henrique Pinheiro Maciel**

**Título:** Reguladores vegetais e nutrição mineral na formação de mudas de maracujazeiro-doce

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Baron

Financiamento: Processo Fapesp

nº2016/21252-6

Glauco Henrique Pinheiro Maciel

TÍTULO: REGULADORES VEGETAIS E NUTRIÇÃO MINERAL NA FORMAÇÃO DE  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO-DOCE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Agrônoma pela  
Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 23/10/2018

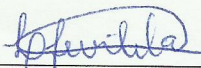
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Daniel Baron (Orientador)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)



Profª Dra. Amanda Cristina Esteves Amaro  
Instituto Itapetiningano de Ensino Superior (IIES)



Profª Dra. Laíze Aparecida Ferreira Vilela  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

## Sumário

RESUMO .....	4
INTRODUÇÃO .....	5
OBJETIVOS E HIPÓTESE.....	6
MATERIAL E MÉTODOS .....	6
Material Vegetal .....	6
Implantação experimental .....	7
Tratamentos .....	7
Delineamento experimental .....	8
Avaliações experimentais.....	8
Dimensões lineares do crescimento vegetativo.....	8
Massa de matéria seca .....	9
Determinação do acúmulo iônico .....	9
Análises estatística .....	9
RESULTADOS .....	10
Dados pré experimentais .....	10
Superação da dormência de sementes após aplicação de reguladores vegetais .....	10
Dados experimentais.....	11
Pré-aplicação dos reguladores vegetais.....	11
Dimensões lineares de crescimento.....	11
Pós-aplicação dos reguladores vegetais.....	12
Acúmulo iônico de tecidos vegetais foliares .....	13
Acúmulo iônico em tecidos vegetais da parte radicular .....	15
Dimensões lineares de crescimento.....	17
Índices Fisiológicos da análise de crescimento .....	20
DISCUSSÃO .....	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
DESAFIOS CIENTÍFICO/TECNOLÓGICOS E OS MÉTODOS PARA SUPERÁ-LOS.....	25
Obtenção de plântulas para executar a proposta experimental .....	25
Ajuste estatístico dos dados científicos .....	26
DISSEMINAÇÃO DOS RESULTADOS .....	26
PRODUTOS OBTIDOS.....	27
ORÇAMENTO E GASTOS TOTAIS.....	27
REFERÊNCIAS .....	28



## RESUMO

Estudos voltados para o aperfeiçoamento de técnicas de propagação do maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) se mostram de extrema importância como alternativa para contornar as limitações naturais desta espécie e, assim, reduzir o tempo de formação da muda em viveiro. Desta forma testamos a hipótese científica que a interação dos reguladores vegetais com diferentes disponibilidades de elementos minerais essenciais proporciona satisfatório equilíbrio nutricional e fitohormonal. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento vegetativo de mudas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) cultivadas em hidroponia sob diferentes disponibilidades de elementos minerais antes e após a aplicação de reguladores vegetais. Os tratamentos proporcionavam variações da concentração iônica de solução nutritiva completa de 'Hoagland e Arnon nº2' e a aplicação foliar de reguladores vegetais, tais como a Cinetina, Ácido giberélico e Ácido indol-3-butírico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por 06 tratamentos com 24 repetições de 1 planta cada, totalizando 144 indivíduos. As avaliações de crescimento ocorreram aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o transplante. Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade entre as variâncias e análise de covariância (ANCOVA) e suas médias comparadas pelo Teste de média Tukey, à nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). A germinação das sementes de *P. alata* foi incrementada com a remoção completa do arilo e com a aplicação exógena de Ácido giberélico na concentração de 500 mg. L<sup>-1</sup>. Nota-se que até o momento de aplicação, dos reguladores vegetais, as plantas apresentaram desenvolvimento vegetativo diretamente proporcional às disponibilidades de elementos minerais fornecidas. Já as avaliações pós-aplicação dos reguladores vegetais atuaram benéficamente em plantas cultivadas sob disponibilidade de 25% de força-iônica da solução nutritiva (F.I.), contudo nos tratamentos sob nutrição à 50%F.I. não houve diferença entre as variáveis de crescimento em relação à 100%F.I. Diante disso identificamos que os reguladores potencializaram o crescimento ao serem aplicados em plantas jovens com baixa disponibilidade de elementos minerais diferente do ocorrido em plantas com disponibilidades intermediárias de elementos minerais. Além do mais, não houve estímulo à potencialidade fisiológica em plantas cultivadas sob disponibilidade considerada 'recomendada' de nutrição mineral, o que nos leva a aceitar a hipótese científica de que interação entre reguladores vegetais e diferentes disponibilidades de elementos minerais, via solução nutritiva, resultaram em satisfatório balanço nutricional e hormonal necessário para a formação de uma muda sadia.

Palavras-chave: fitorreguladores; nutrição mineral; *Passiflora alata*; solução nutritiva.



## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) é uma espécie nativa de ocorrência espontânea no continente sul-americano (WASICKY, HERNANDES et al., 2015; PÉREZ, D'EECKENBRUGGE, 2017; BELO, SOUZA et al., 2018) e é muito apreciada na culinária local como fruto 'in natura', sucos, sorvetes, geleias e chás (LORENZI, BACHER et al., 2015; OCAMPO, ARIAS et al., 2016). Além do mais, esta espécie apresenta características que fornecem alternativas para o mercado como planta ornamental e muitas vezes com caráter medicinal, por conta de suas propriedades sedativas (WOSCH, IMIG et al., 2015; FIGUEIREDO, COLOMEU et al., 2016; MELO, SOUZA et al., 2016) e tem sido associado ao menor risco de problemas crônicos de saúde humana como doenças cardiovasculares, câncer e doenças metabólicas, devido ao alto conteúdo de fito químicos com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas (MCEVOY, WALLACE et al., 2015; SUN, JIANG et al., 2015; VIEIRA, VINGELIENE et al., 2015).

A produção de frutos de *P. alata* depende fortemente da formação de mudas sadias em viveiros, contudo a produção de mudas dessa espécie é incipiente e tal escassez de informações requer maiores esforços científicos sobre o manejo desta espécie em fase de viveiro (OZAROWSKI, THIEM, 2013; PACHECO, SIMÃO et al., 2016). Essa limitação é relatada por autores que abordam a necessidade de adoção de estratégias para a obtenção de plantas saudáveis e, entre as possíveis estratégias, são listadas a aplicação exógena de reguladores vegetais (PACHECO, GARCIA et al., 2012). Além disso, o fornecimento adequado de elementos minerais é essencial para o desenvolvimento e crucial para alcançar alta produtividade, sendo os reguladores vegetais os responsáveis e de grande importância no estabelecimento do balanço nutricional (CARVALHO, FONTES et al., 2011).

Os reguladores vegetais ou fitorreguladores são substâncias orgânicas e/ou sintéticas que, em altas concentrações ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), modificam quantitativamente e qualitativamente o desenvolvimento vegetal (FAGAN, ONO et al., 2015; HAWERROTH, MACEDO et al., 2016). No meristema apical caulinar, fitorreguladores atuam de forma independente, combinados entre si (balanço hormonal) ou combinado com elementos minerais para regular o desenvolvimento vegetal (LIU, MOORE et al., 2017).

Além do conhecimento sobre o papel dos fitorreguladores, o suprimento adequado de nutrientes minerais para as culturas é um dos fatores mais importantes para o aumento da produtividade em virtude de sua interferência no crescimento e na morfogênese (KROUK,

RUFFEL et al., 2011; ALMEIDA, SORATTO, 2014; DOMINGOS, LIMA et al., 2015; FAGUNDES, PETRI et al., 2016). O estudo da demanda dos elementos minerais essenciais ao desenvolvimento vegetativo emprega a técnica do fornecimento desses via solução nutritiva, em cultivo hidropônico e tal técnica representa uma alternativa acessível como ferramenta de estudos acadêmicos, em áreas relacionadas à fisiologia e bioquímica de plantas (MAIA, LEITE et al., 2014; LAURETT, FERNANDES et al., 2017; TAIZ, ZEIGER et al., 2017).

Diversos efeitos fisiológicos oriundos da ação de reguladores vegetais e nutrição mineral em ‘*crop plants*’ (plantas cultivadas de elevado interesse comercial) são reportados na literatura, entretanto pouco se sabe em relação a plantas nativas. Deste modo, nós examinamos a hipótese que a interação entre reguladores vegetais com a solução nutritiva poderá resultar em satisfatório balanço, fitohormonal e nutricional, necessário para a formação de uma muda sadia para posterior implantação a campo.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESE**

Avaliar o crescimento vegetativo de mudas de *Passiflora alata* Curtis (maracujazeiro-doce) antes e após a aplicação de reguladores vegetais referente a possível interação entre estes com as variações da disponibilidade de elementos minerais, via solução nutritiva. Pretende-se, com este estudo, testar a hipótese científica se a interação entre reguladores vegetais com a solução nutritiva poderá resultar em satisfatório balanço nutricional e fitohormonal necessário para a formação de uma muda sadia para posterior implantação a campo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material Vegetal**

Frutos maduros da espécie *Passiflora alata* Curtis (maracujazeiro-doce) foram coletados em área arborizada pertencente à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Lagoa do Sino, localizado no município de Buri-SP, situado a 649 metros de altitude e com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 23°35'47.31"S, Longitude: 48°31'35.09"O.

Após coletados, os frutos foram despulpados manualmente com o auxílio de peneira e água corrente, a fim de não danificar o tegumento das sementes e mantidas em bancada para secagem. As sementes foram pesadas e submetidas a tratamento fitossanitário com o fungicida – Fludioxonil (2mL do produto comercial por kg<sup>-1</sup> de semente) e Inseticida - Imidacloprido e Tiodicarbe (5mL do produto comercial por kg<sup>-1</sup> de semente). O período de desinfestação foi de



30 minutos de imersão das sementes, conforme recomendação e especificação do fabricante (Syngenta Crop Protection AG).

### **Implantação experimental**

O experimento foi instalado em câmara de crescimento (B.O.D.) no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Bioquímica pertencente à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Lagoa do Sino, localizado no município de Buri-SP. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno de 72 células, preenchidas com substrato composto por vermiculita de textura média e mantidas em B.O.D. com controle de temperatura ( $30^{\circ}\text{C} \pm 5,0^{\circ}\text{C}$ ) e luminosidade controlada com fotoperíodo de 16 h de luz e 8 h de escuro.

A partir do momento em que as plântulas de *P. alata* (maracujazeiro-doce) apresentaram o 1º par de folhas completamente expandidas acima do 3º nó do epicótilo, ou seja, 3º nó do nomófilo, estas foram denominadas ‘plantas jovens’ e foram transplantadas das bandejas para vaso com volume de  $0,5\text{dm}^3$ . Após o transplante, os vasos foram mantidos por 10 dias na câmara de crescimento e, em seguida, colocadas em ambiente protegido (casa-de-vegetação). O cultivo protegido foi composto por uma estrutura coberta com filme plástico agrícola de polietileno transparente (PEBD, anti-UV) com  $150\mu\text{m}$ , com sombrite laminado (50% sombreado) apoiado sob o teto, permitindo a passagem de intensidade luminosa com oscilação de 400 a  $1200\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  (DFFFA, densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos), no período compreendido entre 07:00h as 18:00h.

### **Tratamentos**

Os tratamentos foram constituídos pela variação da concentração iônica de elementos minerais essenciais (forças-iônicas, *F.I.*) da solução nutritiva completa nº2 de HOAGLAND, ARNON (1950), via radicular e a interação deste com a aplicação externa, via foliar, de reguladores vegetais, conforme a descrição abaixo: Tratamento 1 (100%*F.I.* + reguladores vegetais via foliar); Tratamento 2 (50%*F.I.* + reguladores vegetais via foliar); Tratamento 3 (25%*F.I.* + reguladores vegetais via foliar); Tratamento 4 (100%*F.I.* sem aplicação de reguladores vegetais); Tratamento 5 (50%*F.I.* sem aplicação de reguladores vegetais); Tratamento 6 (25%*F.I.* sem aplicação de reguladores vegetais).

A partir da diluição, da solução completa em água desmineralizada, a 25% ao que denominou-se 25% *F.I.* de força-iônica (*F.I.*) (condutividade elétrica ou CEa, de  $0,50 \pm 0,2\text{ mS}$

cm<sup>-1</sup>) e assim sucessivamente, obtendo-se 50%F.I. (CEa de 1,00 ± 0,2 mS cm<sup>-1</sup>) e 100% F.I. (CEa de 2,0 ± 0,02 mS cm<sup>-1</sup>). O volume dos sais P.A. (puro para análise) utilizados como fontes de macronutrientes [NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O] foram 0,25, 1,50, 1,0 e 0,5 ml L<sup>-1</sup>, respectivamente, no tratamento 25%F.I.; 0,5, 3,0, 2,0 e 1,0 ml L<sup>-1</sup> no tratamento 50%F.I.; 0,75, 4,50, 3,0 e 1,50 ml L<sup>-1</sup> e no tratamento controle 100%F.I. Para as fontes de micronutrientes (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, Fe-E.D.T.A. e FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) foram utilizados 0,25 ml L<sup>-1</sup> de cada sal no tratamento 25%F.I., 0,50 ml L<sup>-1</sup> no tratamento 50%F.I. e 1 ml L<sup>-1</sup> no tratamento 100%F.I.

Quanto ao fornecimento de fitoreguladores, utilizamos a combinação de Cinetina [0,09 g/L (0,009% m/v)], Ácido giberélico [(0,05 g/L (0,005% m/v)] e Ácido indol-3-butírico [0,05 g/L (0,005% m/v)] na dosagem de 1 L ha<sup>-1</sup> conforme descrito por Ferrari e colaboradores (FERRARI, FERREIRA et al., 2008). A aplicação foi realizada aos 90 dias após o transplante das mudas (DAT), via foliar, direcionando-se à toda parte aérea, com auxílio de pulverizador costal dotado de cilindro de CO<sub>2</sub> e aferição manométrica da pressão através de uma ponta do tipo leque simples (modelo AD 110 02) com tamanho de gotas recomendado pelo fabricante (CONTIERO, FRANCISCHINI et al., 2012). O pH da calda foi acidificado para o valor de 4,5 com auxílio de ácido fosfórico (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) e como espalhante adesivo foi utilizado óleo vegetal à 0,25% do volume final da calda de aplicação.

## **Delineamento experimental**

O delineamento experimental empregado foi blocos casualizados (DBC), composto por 06 tratamentos com 24 repetições de 1 planta cada, totalizando 144 repetições. As coletas de dados não destrutivos foram realizadas aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 DAT e a coleta de dados destrutiva foi realizada aos 150, 180 e 210 DAT.

## **Avaliações experimentais**

### Dimensões lineares do crescimento vegetativo

O crescimento foi avaliado seguindo recomendações de medidas de crescimento publicadas por BENINCASA (2003). Foram realizadas coletas de Altura de parte aérea (cm), Comprimento de caule, Número de folhas e área foliar (dm<sup>2</sup>).

### Massa de matéria seca

De acordo com Zucareli e colaboradores (ZUCARELI, ONO et al. (2014), o material vegetal analisado nesta proposta foi separado, previamente, em limbo foliar e caule + pecíolo, compondo assim a chamada ‘Parte Aérea’ (*shoot*). A partir desta divisão, realizou-se a secagem destas em estufa com circulação forçada de ar ( $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) por 72h até obtenção de massa de matéria seca constante (gramas) mensurada com auxílio de balança analítica com sensibilidade de 0,001g. A obtenção destes dados permitiu o cálculo dos Índices Fisiológicos utilizados para embasar a discussão e ao obter as conclusões.

### Determinação do acúmulo iônico

Após a obtenção da massa de matéria seca, descrito anteriormente, o material vegetal proveniente da parte aérea e radicular foi analisado para as determinações químicas de elementos minerais essenciais. Foram determinados os teores nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e ferro (Fe). A metodologia empregada seguiu as recomendações descritas por MALAVOLTA (1997).

### **Análises estatística**

Os efeitos dos fatores experimentais sobre as respostas fisiológicas foram acessados via análise de variância e covariância (ANCOVA). O tamanho inicial das plantas (Tempo 1) foi usado como covariável, com a finalidade de corrigir os possíveis efeitos da heterogeneidade nos tempos de emergência. Como os fatores experimentais foram fixados após a medição do tamanho inicial das plantas, assumiu-se a independência dos fatores com respeito a esta variável. Tal pressuposição foi confirmada via ANCOVA.

A aplicação dos nutrientes ocorreu no Tempo 1, enquanto o regulador vegetal foi ministrado no Tempo 4. Dessa forma, inicialmente realizou-se a ANCOVA para os tempos 2, 3 e 4, considerando um modelo com a covariável tamanho inicial e os fatores bloco, disponibilidade de nutrientes e diferentes tempos de aplicação/avaliação, bem como a interação disponibilidade de elementos minerais *versus* diferentes tempos. Posteriormente, executou-se a ANCOVA para os Tempos 5, 6 e 7 sendo, então, incluído o fator regulador vegetal e suas interações com os fatores disponibilidade de elementos minerais e diferentes tempos de aplicação/avaliação, além da interação tripla. A qualidade dos ajustes foi acessada por gráfico

de resíduos, enquanto que as pressuposições clássicas para a ANCOVA foram validadas pelos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homogeneidade (*Levene*) para os resíduos. A transformação raiz quadrada foi requerida na análise do comprimento e da altura das plantas via método de *Box e Cox*. As outras variáveis foram analisadas em sua escala de medida natural. Apenas para o número de folhas não se encontrou modelo adequado.

As comparações múltiplas entre tratamentos consideradas relevantes a partir da ANCOVA foram executadas via teste de Tukey para as médias ajustadas, considerando a correção pelos valores da Covariável (tamanho inicial), por blocos e desbalanceamentos no número de réplicas por tratamento. Todos os testes de hipóteses realizados durante a análise dos dados consideraram 0,05% de significância. Os cálculos foram realizados com o auxílio do programa estatístico *R* (TEAM, 2018).

## **RESULTADOS**

### **Dados pré experimentais**

#### Superação da dormência de sementes após aplicação de reguladores vegetais

Observa-se que a busca pela produção de mudas de maracujá-doce é bastante limitada por conta de características intrínsecas das sementes pertencentes à espécie *Passiflora alata* Curtis. A dormência fisiológica desta espécie ocasiona maior tempo para que ocorra a protrusão da raiz primária e isto, conseqüentemente, resulta em tempo maior para formação de plântulas quando comparadas a outras espécies do gênero botânico *Passiflora*.

Inicialmente, nossa revisão de literatura identificou a temperatura (fator abiótico) e dormência fisiológica (fator endógeno) como principais fatores responsáveis por limitar a germinação e emergência de plântulas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) e inúmeras espécies pertencentes ao gênero *Passiflora*, uma vez que estes vegetais apresentam dificuldade de estabelecimento e uniformidade do *stand* de germinação das sementes (PACHECO, GARCIA et al., 2012; PACHECO, SIMÃO et al., 2016).

A partir de reportagens científicas sobre a referida a espécie ‘alvo’ deste estudo (*P. alata*) foram adotadas estratégias para superação da dormência, a partir do uso de reguladores via seminífera (FERREIRA, FOGAÇA et al., 2001; ZUCARELI, CASTRO et al., 2003; FERRARI, FERREIRA et al., 2008). Além disto, a literatura é bastante ampla e descreve resultados satisfatórios de germinação e dormência de outras espécies silvestres de *Passiflora*

spp. (ATAÍDE, RUGGIERO et al., 2006; SANTOS, VIEIRA et al., 2013; CEZAR, SORGATO et al., 2015; MELO, SOUZA et al., 2016; SANTOS, CRUZ NETO et al., 2016).

Segue abaixo (Tabela 1) nossos resultados preliminares quanto a superação da dormência de sementes, a fim de obtermos plântulas para a implantação experimental desta proposta.

Tabela 1 - Porcentagem de germinação de sementes de *P. alata* submetidas a diferentes dosagens do regulador Giberelina (GA<sub>3</sub>) para superação da dormência de sementes.

<b>Tratamento</b>	<b>0-30 D.A.S.</b>	<b>31-60 D.A.S.</b>
<b>0 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub></b>	02±1%	11±1%
<b>100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub></b>	15±1%	29±1%
<b>500 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub></b>	32±1%	63±1%

Emergência de plântulas (repetições) durante os 60 dias após a semeadura (DAS) avaliadas em período de 60 dias de avaliação. Erro padrão,  $\pm n = 72$ . GA<sub>3</sub> = Ácido giberélico

Ao observarmos os resultados da superação de dormência, a aplicação de GA<sub>3</sub> possibilitou redução no tempo e maior taxa de germinação, conforme descrito na Tabela 1.

### **Dados experimentais**

Após a implantação e condução experimental realizamos a coleta de dados ao longo do crescimento e desenvolvimento das plantas jovens de *P. alata* submetidas às diferentes condições (tratamentos empregados). Os dados coletados foram tratados e interpretados ao considerarmos o tamanho inicial das plantas jovens com o ajuste estatístico ‘análise de Covariância’ para o tamanho inicial da planta, denominada ANCOVA.

A ANCOVA para o tamanho inicial de plântula confirmou a inexistência de interação entre a mesma e os fatores disponibilidade de elementos minerais via solução nutritiva (F=0,06; 0,94) e reguladores vegetais (F=1,09; 0,30, respectivamente), bem como com a interação tempo de aplicação *versus* disponibilidade nutricional (F=0,24; 0,79, respectivamente).

### **Pré-aplicação dos reguladores vegetais**

Os dados apresentados a seguir foram coletados ao longo do desenvolvimento vegetativo antes da aplicação dos reguladores vegetais, contudo as plantas avaliadas (repetições) foram cultivadas sob diferentes disponibilidades de elementos minerais (forças-iônicas), conforme descrição prévia dos tratamentos. Assim, as variáveis coletadas pré-aplicação de reguladores vegetais foram às dimensões lineares do crescimento vegetativo.

### Dimensões lineares de crescimento

De acordo com a literatura, plantas nativas não são responsivas a incrementos de nutrientes essenciais (BARON; FERREIRA; BOARO et al. 2015) porém, ao analisarmos nossos dados, a referida espécie apresenta diferença ( $F=1404,03/p<0,001$ ;  $F=1269,10/p<0,001$ , comprimento e altura respectivamente) em relação as variáveis avaliadas sob cultivo em disponibilidades crescentes de elementos minerais (Tabela 2).

A partir dos dados coletados aos 60, 90 e 120 DAT observamos que, até o momento que antecede a aplicação dos fitorreguladores, as diferentes disponibilidades nutricionais (força iônica) resultaram em plantas com desenvolvimento vegetativo satisfatório, com elevados valores de dimensões lineares do crescimento (variável comprimento e altura) proporcionais aos níveis de elementos minerais disponíveis em solução nutritiva (Tabela 2). Tal constatação demonstra que o fornecimento das diferentes disponibilidades de elementos minerais independe da época de aplicação.

A variável ‘número de folhas’ violou as pressuposições clássicas da análise de variância, i.e., a normalidade e homogeneidade de variâncias. Transformações de dados também não foram efetivas na correção da distribuição do número de folhas, sendo os resultados inconclusivos para esta variável.

Tabela 2 - Análise ANCOVA dos dados lineares de crescimento nos tempos 60, 90 e 120 DAT para as variáveis comprimento e altura.

FATORES	GL	COMPRIMENTO		ALTURA	
		F	p	F	p
Tam Inicial	1	1404,03	<0,001*	1269,10	<0,001*
Bloco	3	104,44	<0,001*	91,61	<0,001*
Tempo	2	171,65	<0,001*	190,17	<0,001*
Dose	2	5,01	0,007*	4,73	0,009*
Tempo:dose	4	1,62	0,170	1,76	0,130
GL residual			401		401
CV (%)			7,67		9,68
R <sup>2</sup> Ajustado (%)			83,82		82,36

### Pós-aplicação dos reguladores vegetais

Após a aplicação dos fitorreguladores foram tomadas medidas das variáveis do acúmulo iônico no tecido vegetal de folhas e raízes, dimensões lineares do crescimento vegetal e cálculo dos Índices Fisiológicos (Índice de Área foliar, IAF; Razão de Área Foliar, RAF; Taxa de

Assimilação Líquida, TAL; Taxa de Crescimento Relativo, TCR), conforme descrito em maior detalhamento no item “Material e Método”.

### Acúmulo iônico em tecidos vegetais foliares

A partir dos tratamentos investigados observamos que houveram diferenças entre o acúmulo iônico em diferentes tecidos vegetais (Tabela 3 e Tabela 4). No acúmulo iônico em limbo foliar, os elementos N, P, e S acumularam-se em maior concentração em plantas cultivadas com maior disponibilidade de elementos minerais, por exemplo, 100%F.I. e plantas cultivadas a 50%F.I. diferiram de plantas cultivadas a 25%F.I. Já os elementos B e Cu foram mais acumulados em 100%F.I., contudo plantas cultivadas em 50% e 25%F.I. mantiveram o valor de acúmulo desses elementos minerais.

Tabela 3 – Análise de Covariância (ANCOVA) sobre o acúmulo iônico dos elementos minerais nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em tecidos vegetais foliares (limbo foliar) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) aos 210 dias após o transplante (DAT).

Fatores	GL	N		P		K		Ca		Mg		S	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Covariável</b>	1	13,65	0,003*	7,03	0,022*	7,22	0,021*	0,59	0,457	0,07	0,788	2,61	0,134
<b>Dose</b>	2	14,01	<0,001*	4,29	0,042*	1,01	0,396	2,45	0,131	0,75	0,491	10,91	0,002*
<b>Horm</b>	1	0,62	0,444	0,004	0,945	0,66	0,433	1,33	0,273	0,50	0,492	0,01	0,911
<b>Dose:horm</b>	2	1,42	0,281	1,22	0,330	0,87	0,442	0,21	0,812	1,48	0,268	0,81	0,466
<b>Resíduo</b>	11												
<b>CV (%)</b>		12,18		13,77		14,56		20,30		8,82		11,83	
<b>R<sup>2</sup> (%)</b>		0,697		0,415		0,249		0,069		0,057		0,541	

CV (%) = coeficiente de variância; R<sup>2</sup> (%) = R<sup>2</sup> ajustado (%)

Entre os elementos minerais avaliados no acúmulo iônico, o Zn foi o único elemento que apresentou interação estatística entre força-iônica *versus* reguladores vegetais (Tabela 5). Ao se desmembrar os fatores elencados, observamos que plantas cultivadas, sem a aplicação do regulador vegetal, apresentaram maiores valores de acúmulo de Zn proporcional às disponibilidades crescentes de elementos minerais em solução nutritiva.

Os demais elementos minerais, tais como K, Ca, Mg, Fe e Mn, não diferiram quanto ao seu acúmulo mineral no tecido vegetal foliar uma vez que não houve interação entre os fatores força iônica de solução nutritiva e do regulador vegetal (Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 4 – Análise de Covariância (ANCOVA) sobre o acúmulo iônico dos elementos minerais boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em tecidos vegetais foliares

(limbo foliar) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) aos 210 dias após o transplante (DAT).

Fatores	GL	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Covariável</b>	1	2,50	0,142	5,84	0,034*	6,98	0,023*	3,90	0,073	8,52	0,014*
<b>Dose</b>	2	9,20	0,004*	7,72	0,008*	3,51	0,066	0,53	0,600	11,44	0,002*
<b>Horm</b>	1	1,08	0,321	0,009	0,925	1,02	0,333	0,28	0,602	2,61	0,134
<b>Dose:horm</b>	2	0,97	0,409	3,56	0,064	1,24	0,322	0,89	0,437	5,21	0,02*
<b>Resíduo</b>	11										
<b>Cv (%)</b>			2,03		11,37		15,45		27,03		9,24
<b>R<sup>2</sup> (%)</b>			0,513		0,568		0,403		0,579		0,693

CV (%) = coeficiente de variância; R<sup>2</sup> (%) = R<sup>2</sup> ajustado (%)

A seguir estão apresentados os gráficos de elementos minerais essenciais que apresentaram maior acúmulo iônico a partir da maior disponibilidade de elementos minerais (N, P, S, B e Cu) e devido a interação entre diferentes disponibilidades de elementos minerais e do regulador vegetal para o elemento mineral Zn (Figura 1).

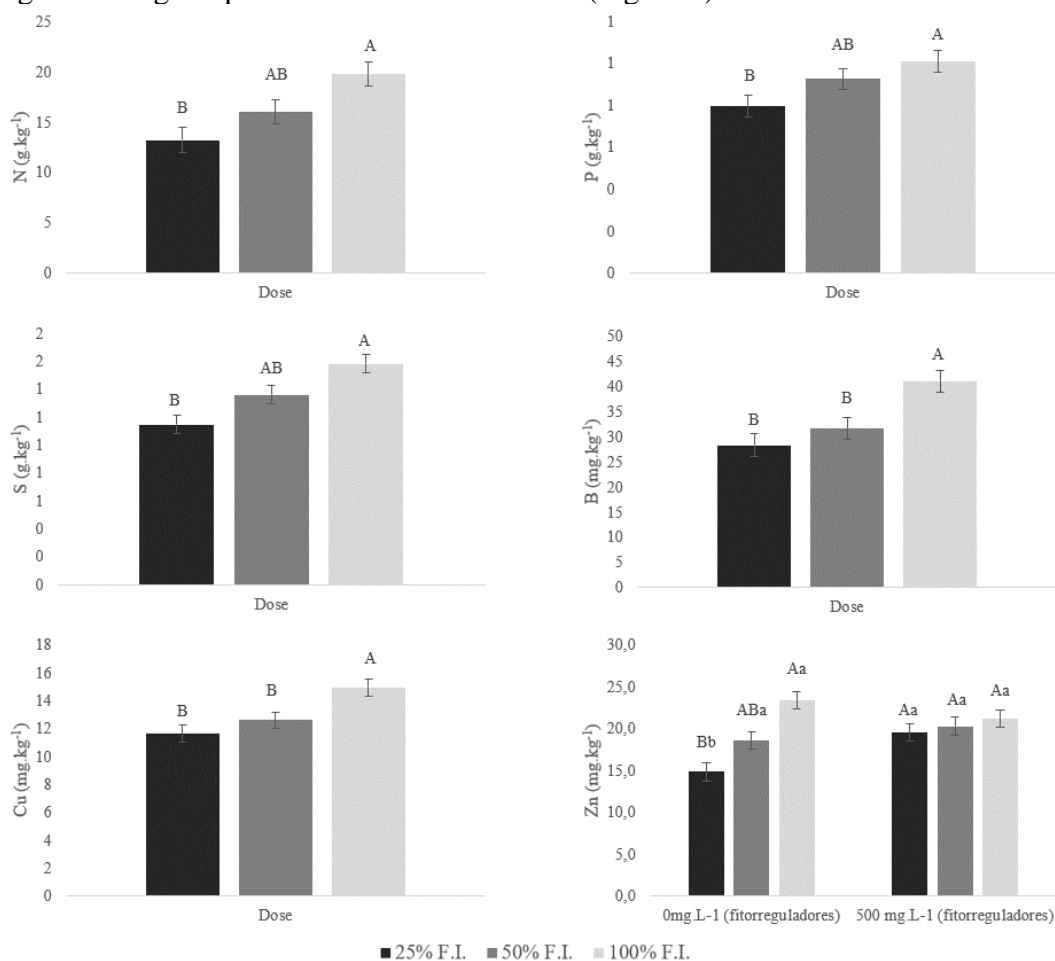


Figura 1 – Acúmulo iônico de elementos minerais essenciais N, S, Ca, P, B e Zn em tecidos vegetais foliares (limbo foliar) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) sob diferentes disponibilidades nutricionais e na presença e/ou ausência de aplicação de regulador vegetal e a interação entre ambos no acúmulo iônico aos 210 dias após o transplante (DAT). (Média ± E.P.,



$n=6$ ) (Letras maiúsculas comparam diferentes disponibilidades de elementos minerais e letras minúsculas comparam a aplicação e a não aplicação do regulador vegetal em cada variável).

### Acúmulo iônico em tecidos vegetais da parte radicular

Para os elementos minerais essenciais classificados como macro e micro nutrientes, entre eles o S e o Cu, respectivamente, observamos que ambos são acumulados em maior quantidade em plantas cultivadas na maior disponibilidade nutricional (100% F.I.), entretanto para o elemento S houve diferença no acúmulo iônico entre plantas cultivadas a 50 e 25% F.I.; já para o elemento Cu vegetais submetidos a 50 e 25% F.I. não diferiram quanto a concentração acumulada (Tabela 5 e Tabela 6).

Tabela 5 - Análise de Covariância (ANCOVA) sobre o acúmulo iônico dos elementos minerais nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em tecidos vegetais radiculares (parte radicular) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) aos 210 dias após o transplante (DAT).

Fatores	GL	N		P		K		Ca		Mg		S		
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	
<b>Covariável</b>	1	0,19	0,667	0,43	0,524	1,68	0,220	0,16	0,692	3,65	0,082	8,07	0,016*	
<b>Dose</b>	2	18,57	<0,001*	1,15	0,349	0,32	0,729	0,64	0,542	3,39	0,071	4,73	0,032*	
<b>Horm</b>	1	4,11	0,067	<0,001	0,989	0,02	0,866	2,44	0,146	5,51	0,038*	0,05	0,821	
<b>Dose:horm</b>	2	6,49	0,014*	1,56	0,252	0,29	0,749	1,96	0,186	2,54	0,123	1,34	0,299	
<b>Resíduo</b>	11													
<b>CV (%)</b>			7,22		7,07		13,62		41,26		23,65		7,09	
<b>R<sup>2</sup> (%)</b>			0,740		0,007		0,218		0,097		0,469		0,456	

CV (%) = coeficiente de variância; R<sup>2</sup> (%) = R<sup>2</sup> ajustado (%)

Observamos também que a aplicação de fitorreguladores influenciou, de maneira oposta, o acúmulo iônico. Para o elemento mineral Mg a aplicação do regulador resultou em maior acúmulo desse nos tecidos, todavia para o elemento mineral Cu a ausência do regulador resultou em maior acúmulo desse elemento no tecido vegetal (Tabela 6).

Já na interação disponibilidade nutricional *versus* regulador vegetal observamos que o N e Zn foram mais acumulados em plantas cultivadas em 100% F.I. na ausência do regulador. Reportamos ainda que o cultivo em 50% e 25% F.I. não diferiram quanto ao acúmulo desses nutrientes na ausência do regulador.

Já para o elemento B não observamos diferença em seu acúmulo iônico em plantas cultivadas sob as diferentes disponibilidades nutricionais (100, 50 e 25% F.I.), contudo sob a aplicação de reguladores reportamos que plantas cultivadas em 50% F.I. apresentaram os menores valores de acúmulo desse elemento (Tabela 6). Ainda sobre os resultados da interação

fatorial, afirmamos que o N se acumulou em maior concentração em plantas cultivadas sob 100%F.I. com a presença dos reguladores. Além disso, para plantas cultivadas em 50 e 25%F.I. o acúmulo desse elemento não diferiu entre si (Tabela 5). Para o elemento Zn as plantas cultivadas em 100% e 50%F.I. acumularam maior quantidade deste elemento comparado com plantas cultivadas em 25%F.I. (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de Covariância (ANCOVA) sobre o acúmulo iônico dos elementos minerais boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em tecidos vegetais radiculares (parte radicular) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) aos 210 dias após o transplante (DAT).

Fatores	GL	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Covariável</b>	1	1,47	0,250	3,49	0,088	3,82	0,076	8,52	0,013*	0,01	0,908
<b>Dose</b>	2	0,65	0,540	18,71	<0,001*	1,84	0,204	2,58	0,120	12,88	0,001*
<b>Horm</b>	1	0,12	0,733	6,79	0,024*	0,24	0,627	0,05	0,815	4,13	0,066
<b>Dose:horm</b>	2	4,12	0,046*	1,77	0,215	0,93	0,420	0,96	0,412	6,92	0,011*
<b>Resíduo</b>	11										
<b>CV (%)</b>			18,53		14,36		25,55		22,06		9,64
<b>R<sup>2</sup> (%)</b>			0,232		0,727		0,176		0,362		0,689

CV (%) = coeficiente de variância; R<sup>2</sup> (%) = R<sup>2</sup> ajustado (%)

Na sequência estão apresentados os gráficos de elementos minerais essenciais que apresentaram maior acúmulo iônico pelo efeito da interação entre diferentes disponibilidades de elementos minerais e do regulador vegetal para os elementos minerais N, B e Zn (Figura 2).

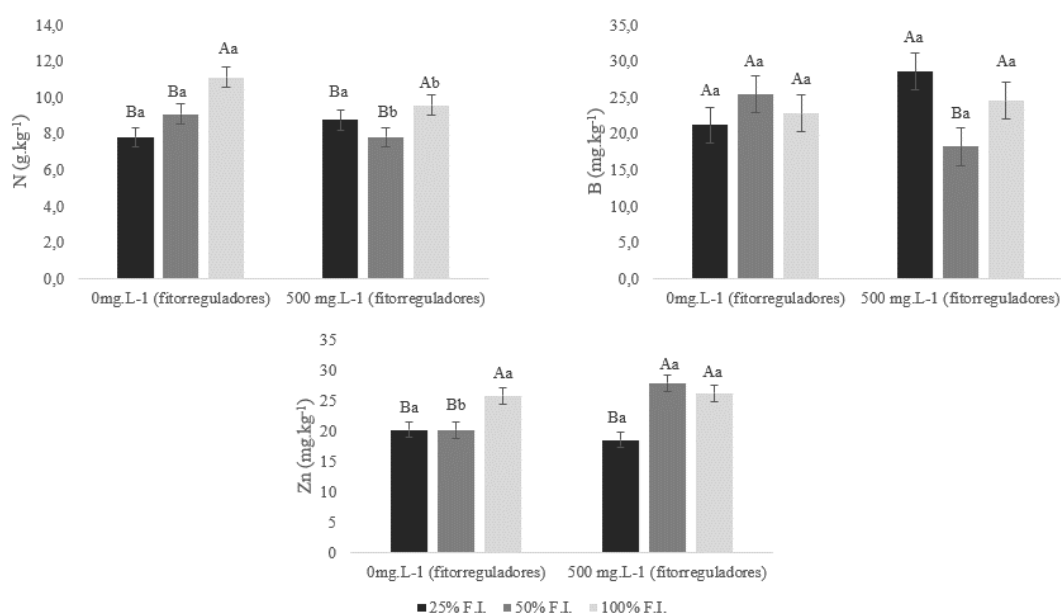


Figura 2 – Acúmulo iônico de elementos minerais essenciais N, B e Zn em tecidos vegetais radiculares (parte radicular) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) sob diferentes disponibilidades nutricionais e na presença e/ou ausência de aplicação de regulador vegetal e a

interação entre ambos no acúmulo iônico aos 210 dias após o transplante (DAT). (Média ± E.P., n=6) (Letras maiúsculas comparam diferentes disponibilidades de elementos minerais e letras minúsculas comparam a aplicação e a não aplicação do regulador vegetal em cada variável).

A seguir estão apresentados os gráficos de elementos minerais essenciais que apresentaram maior acúmulo iônico entre diferentes disponibilidades de elementos minerais para S e Cu e a aplicação de regulador vegetal, para os elementos minerais Mg e Cu (Figura 3).

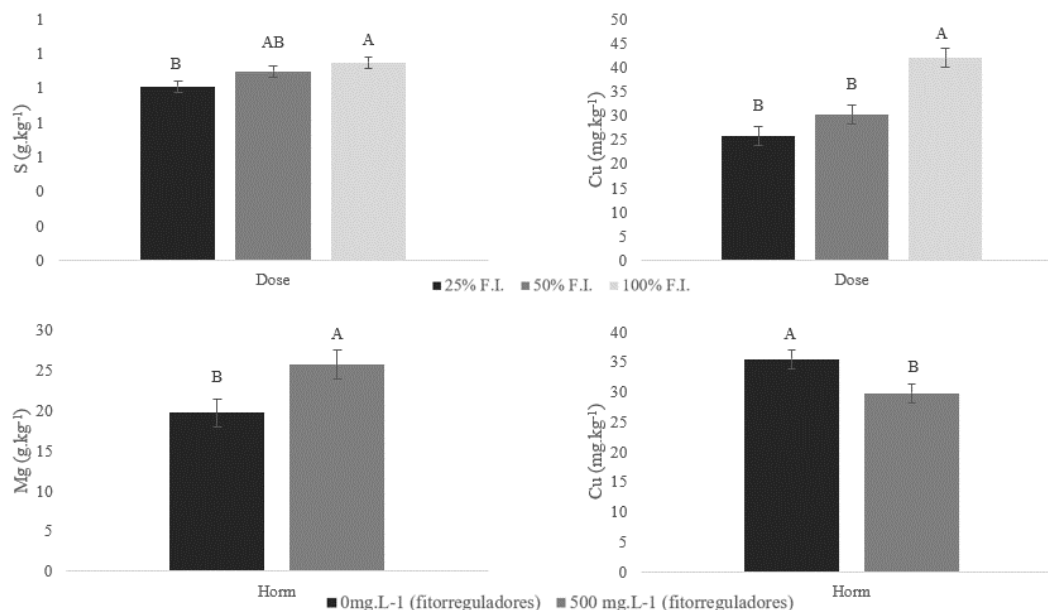


Figura 3 - Acúmulo iônico de elementos minerais essenciais S, Cu e Mg em tecidos vegetais radiculares (parte radicular) de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) sob diferentes disponibilidades nutricionais e na presença e/ou ausência de aplicação de regulador vegetal e a interação entre ambos no acúmulo iônico aos 210 dias após o transplante (DAT). (Média ± E.P., n=6). (Letras maiúsculas comparam diferentes disponibilidades nutricionais para os elementos S e Cu e a aplicação/não aplicação de reguladores vegetais no acúmulo iônico entre Mg e Cu).

### Dimensões lineares de crescimento

Quanto as avaliações do crescimento vegetal, os reguladores vegetais proporcionaram maiores valores de comprimento, altura e área foliar ( $F=16,64/p<0,001$ ;  $F=17,00/p<0,001$ ;  $F=13,06/p<0,001$ ; interação disponibilidade de elementos minerais *versus* reguladores vegetais, respectivamente) em plantas cultivadas sob  $\frac{1}{4}$  (25%F.I.) da solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) n°2 comparado com plantas cultivadas a  $\frac{1}{2}$  força-iônica (50%F.I.). Entretanto não houve diferença entre os tratamentos sob nutrição à 100%F.I. para os mesmos fatores (Tabela 7).

Tabela 7 - Dimensões lineares de crescimento vegetativo comprimento (Compr, cm), altura (Alt, cm), área foliar (AF, cm<sup>2</sup>) avaliados pela Análise de covariância ‘ANCOVA’ nos tempos 150, 180 e 210 DAT.

Fatores	GL	Compr		Alt		AF	
		F	p	F	p	F	p
<b>Covariável</b>	1	241,62	<0,001*	262,06	<0,001*	81,42	<0,001*
<b>Bloco</b>	3	106,96	<0,001*	107,10	<0,001*	33,06	<0,001*
<b>Tempo</b>	2	302,97	<0,001*	285,33	<0,001*	165,75	<0,001*
<b>Dose</b>	2	41,74	<0,001*	47,75	<0,001*	39,23	<0,001*
<b>Horm</b>	1	8,58	0,003*	9,49	0,002*	1,14	0,284
<b>Tempo:dose</b>	4	6,65	<0,001*	6,78	<0,001*	3,08	0,016*
<b>Tempo:horm</b>	2	0,09	0,910	0,25	0,779	0,62	0,538
<b>Dose:horm</b>	2	16,64	<0,001*	17,00	<0,001*	13,06	<0,001*
<b>Tempo:dose:horm</b>	4	0,89	0,466	0,75	0,554	0,16	0,954
<b>GL residual</b>			352		352		351
<b>CV (%)</b>			8,92		11,46		18,42
<b>R<sup>2</sup> ajustado (%)</b>			79,00		77,74		62,16

Assim, identificamos que a aplicação dos reguladores vegetais potencializou o crescimento vegetal em plantas jovens de maracujazeiro-doce cultivados sob reduzidas disponibilidades de elementos minerais. Contudo, o crescimento de plantas cultivadas em disponibilidade intermediária de elementos minerais com ou sem a aplicação dos reguladores não apresentou diferenças entre os tratamentos, ao passo que plantas cultivadas sob elevadas disponibilidades de elementos minerais apresentaram menores valores de crescimento ao receberem aplicação dos reguladores (Tabela 7).

Para as variáveis massa de matéria seca total (MST), massa de matéria seca de parte aérea (MSF) e massa de matéria seca de raiz e caule (MSRC) a interação, disponibilidade nutricional *versus* reguladores vegetais, ocorreu somente para MST e MSRC, conforme Tabela 8.

Tabela 8 - Dimensões lineares de crescimento vegetativo massa de matéria seca total (MST), massa de matéria seca de parte aérea (MSF) e massa de matéria seca de raiz e caule (MSRC) analisados pela Análise de covariância nos tempos 150, 180 e 210 DAT para as variáveis.

Fatores	GL	MST		MSF		MSRC	
		F	p	F	p	F	p
<b>Covariável</b>	1	32,00	<0,001*	18,71	<0,001*	35,32	<0,001*
<b>Bloco</b>	3	3,63	0,019*	2,78	0,050	3,52	0,021*
<b>Tempo</b>	2	28,07	<0,001*	14,49	<0,001*	32,24	<0,001*
<b>Dose</b>	2	7,88	0,001*	14,00	<0,001*	3,96	0,025*
<b>Horm</b>	1	0,01	0,896	0,25	0,614	0,01	0,890
<b>Tempo:dose</b>	4	1,80	0,143	2,10	0,093	1,74	0,154
<b>Tempo:horm</b>	2	1,08	0,345	0,09	0,912	2,19	0,121
<b>Dose:horm</b>	2	3,22	0,048*	1,58	0,214	4,83	0,012*

<b>Tempo:dose:horm</b>	4	0,51	0,727	0,04	0,995	1,12	0,356
<b>GL residual</b>			50		50		50
<b>CV (%)</b>			17,81		20,12		18,39
<b>R<sup>2</sup> ajustado (%)</b>			61,13		51,47		63,38

A seguir estão apresentados os gráficos de crescimento linear e o Índice Fisiológico (IAF) na interação entre a disponibilidade de elementos minerais e os reguladores vegetais (Figura 4).

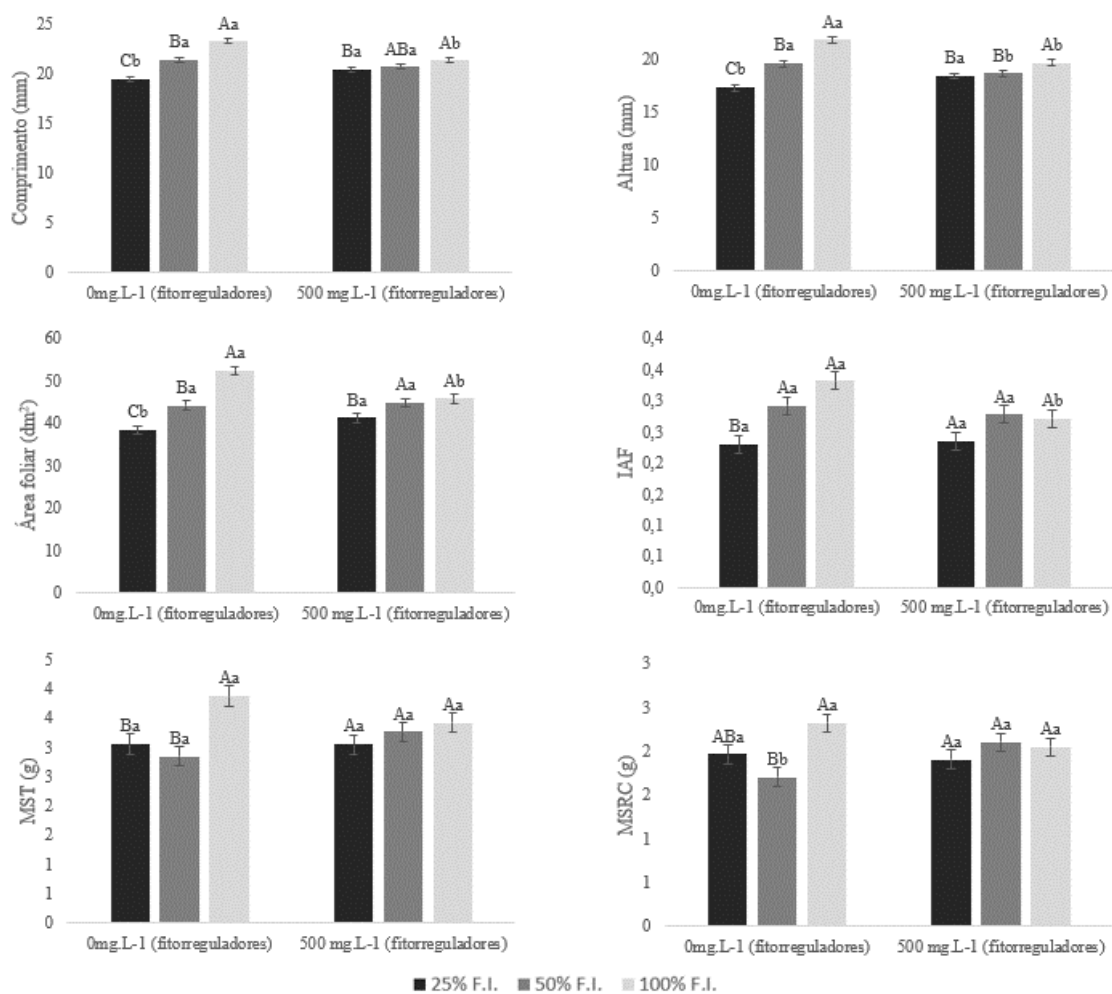


Figura 4 – Dimensões lineares de crescimento vegetativo e Índices Fisiológicos de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) no desdobramento da interação dupla (disponibilidade nutricional *versus* reguladores vegetais) aos 150, 180 e 210 DAT. Comprimento (distância do colo da planta até o prolongamento máximo de parte aérea); Altura (distância entre colo da planta e o ápice do caule); IAF (índice de área Foliar), Área foliar (área foliar), MST (massa de matéria seca total); MSRC (massa de matéria seca de raiz e caule). (Média ± E.P., n=6) (Letras maiúsculas comparam diferentes disponibilidades nutricionais e letras minúsculas comparam a aplicação e não aplicação do regulador vegetal).

### Índices Fisiológicos da análise de crescimento

Quanto as avaliações dos Índices Fisiológicos, apenas o Índice de Área Foliar (IAF) atendeu os testes de normalidade. Neste Índice houve apenas efeitos isolados da disponibilidade nutricional e da aplicação dos reguladores vegetais, já para a interação disponibilidade nutricional *versus* reguladores vegetais não houve efeito da interação destes fatores conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Dados da Análise de covariância ‘ANCOVA’ dos Índices de área foliar (IAF), RAF, AFE, TAL e TCR nos diferentes tempos de aplicação de elementos minerais via solução nutritiva 150, 180 e 210 DAT.

Fatores	G L	IAF		RAF		AFE		TAL		TCR	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
<b>Tam inicial</b>	1	0,29	0,592	13,87	<0,001*	0,28	0,595	8,87	0,005*	7,25	0,0118*
<b>Bloco</b>	3	1,41	0,248	2,86	0,051	0,68	0,567	3,81	0,019*	2,59	0,069
<b>Tempo</b>	2	3,03	0,056	3,49	0,070	0,66	0,421	28,38	<0,001*	25,01	<0,001*
<b>Dose</b>	2	13,95	<0,001*	2,22	0,124	0,27	0,762	0,10	0,903	0,08	0,917
<b>Horm</b>	1	4,13	0,047*	0,04	0,826	0,47	0,497	0,92	0,343	0,89	0,350
<b>Tempo:dose</b>	4	0,48	0,746	0,09	0,912	1,37	0,267	1,11	0,339	0,88	0,423
<b>Tempo:horm</b>	2	0,20	0,811	0,47	0,494	0,009	0,922	0,06	0,798	0,15	0,695
<b>Dose:horm</b>	2	2,90	0,064	0,70	0,500	1,91	0,163	0,32	0,724	0,22	0,796
<b>Tempo:dose:horm</b>	4	0,12	0,970	0,00	0,999	1,30	0,286	1,82	0,178	0,77	0,467
<b>GI residual</b>			50		50		50		50		50
<b>CV (%)</b>			17,48		27,19		18,47		4,68		16,42
<b>R<sup>2</sup> ajustado (%)</b>			29,94		0,27		0,03		0,46		0,39

A fim de apresentarmos um panorama geral do comportamento das dimensões lineares comprimento, altura e área foliar, segue abaixo um gráfico (Figura 5) para cada uma dessas respostas e sua evolução desde o transplante até os 210 D.A.T., em que é possível observar diferenças proporcionadas pela aplicação dos reguladores vegetais e verificamos que há 3 comportamentos distintos no ajuste (1, 2 e 3) com suas respectivas combinações para cada uma das épocas de avaliação.

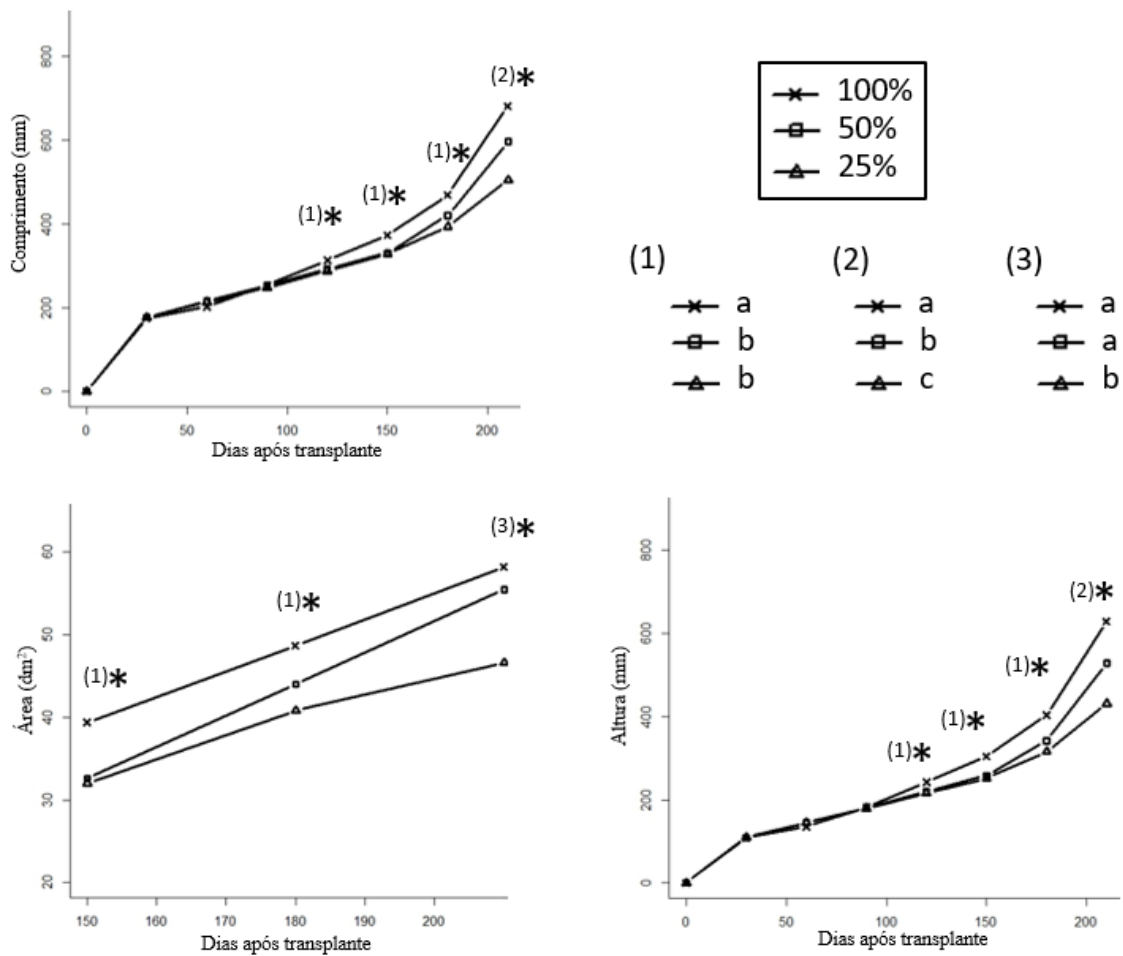


Figura 5 – Dimensões lineares de crescimento vegetativo e Índices Fisiológicos de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) no desdobramento da interação dupla (disponibilidade de elementos minerais *versus* diferentes tempos) aos 150, 180 e 210 DAT. Comprimento (distância do colo da planta até o prolongamento máximo de parte aérea); Altura (distância entre colo da planta e o ápice do caule); Área foliar (área foliar), (distância entre colo da planta e o ápice do caule); (Média ± E.P., n=6).

## DISCUSSÃO

Em linhas gerais nossa proposta investigou, cientificamente, o cultivo de plantas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) sob diferentes disponibilidades nutricionais, via cultivo hidropônico, e sua interação com a fitorreguladores, entre eles, Ax, GA e CK, ao passo que a referida espécie pertence ao gênero botânico *Passiflora* é descrita como espécie nativa e apresenta crescimento lento comparado com espécies de interesse comercial (SOUSA, HEITOR et al., 2013).

O foco de estudo da presente proposta foi específico nos efeitos dos elementos minerais em seu acúmulo iônico, crescimento e Índices fisiológicos (I.F.), bem como a possibilidade de

interação entre nutrientes e o balanço fitohormonal. De acordo com Tropaldi e colaboradores (TROPALDI, MENDONÇA et al., 2013), as avaliações realizadas (I.F.) indicaram que não houve alteração do *status* fisiológico de plantas jovens de *P. alata* na presença de diferentes disponibilidades de elementos minerais e sua interação com o regulador vegetal (Tabela 9).

Diminuição dos valores calculados nos índices fisiológicos (I.F.), resultantes de diferentes disponibilidades de elementos minerais, foram reportadas anteriormente (DARIO, MARTIN et al., 2005), contudo a relação direta entre disponibilidade nutricional e reguladores vegetais se deva, majoritariamente, pela necessidade dos fitohormônios em utilizarem elementos minerais como ativadores enzimáticos ou serem parte de grupos prostéticos de enzimas na rota de biossíntese de fitohormônios (BERTOSA, KOJIC-PRODIC et al., 2008; KROUK, RUFFEL et al., 2011), necessários em toda a sinalização celular.

A literatura reporta que o IAF é parâmetro fisiológico sensível na modelagem do crescimento vegetativo, e é empregado em simulações dinâmicas do carbono e água em plantas, além do metabolismo do N e suas relações no desenvolvimento vegetativo (HEUVELINK, BROWN et al., 2007; ATA-UL-KARIM, ZHU et al., 2014), contudo nossos achados indicaram que sem a aplicação dos reguladores as plantas de maracujazeiro-doce acumularam maior quantidade de N e este, possivelmente, influenciou a produção de metabólitos ligados ao processo fotossintético, tais como clorofila e expansão de área foliar. Além do mais, a sinalização pela aplicação dos reguladores possivelmente tenha desencadeado os valores de IAF obtidos no presente estudo.

Em relação aos processos de sinalização hormonal, a literatura relata que o ABA, Ax e CK apresentam papel direto no controle da aquisição do N (WILKINSON, DAVIES, 2002; WALCH-LIU, IVANOV et al., 2005; ARGUESO, FERREIRA et al., 2009). A regulação sobre maior obtenção desse elemento se dá por seu envolvimento na modulação de sistemas carreadores de nitrato e, posterior, desenvolvimento de raízes laterais (ZHANG, FORDE, 2000; FORDE, WALCH-LIU, 2009). De acordo com Krouk e colaboradores (KROUK, RUFFEL et al., 2011) existe interconexão entre nutrição mineral e sinalização do crescimento vegetal, especialmente ao que tange o metabolismo do N. Os mesmos autores discutem com riqueza de detalhes como o *status* hormonal é influenciado pela disponibilidade de N e como este é sinalizado nos processos de absorção e assimilação.

A absorção de N está diretamente relacionada às concentrações de CK, sendo que maiores suprimentos desse nutriente resultam em acréscimos na concentração do referido fitohormônio



no fluxo xilemático em plantas de milho (parte aérea e radicular) (FUKAKI, TASAKA, 2009) e foi demonstrado, previamente, quanto a disponibilidade de nutrientes em diferentes órgãos da planta (TAKEI, SAKAKIBARA et al., 2001). Apesar desse fitohormônio atuar ativamente quanto à disponibilidade de N na absorção deste nos vegetais, outros autores verificaram que as CKs atuam infraregulando a expressão de genes ligados à síntese de carreadores de nutrientes em *Arabidopsis* sp., por exemplo, genes que codificam carreadores de fosfato de alta afinidade (Phtu<sub>2</sub> e Phtu<sub>4</sub>) (MARTÍN, DEL POZO et al., 2000; SAKAKIBARA, 2006) e também de carreadores de sulfato de alta afinidade (Sultr<sub>1,2</sub> e Sultr<sub>1,4</sub>) (MARUYAMA-NAKASHITA, NAKAMURA et al., 2004).

Ainda sobre a relação entre nutrição mineral e fitohormônios, as Ax são reportadas como mediadoras do sinal da disponibilidade de N entre raiz e parte aérea (FORDE, 2002; FUKAKI, TASAKA, 2009). De acordo com Tian e colaboradores (TIAN, CHEN et al., 2008) estes autores reportam que a concentração de Ax, na seiva do floema de raízes de milho é baixa quando estas se desenvolvem sob elevadas concentrações de nitrato no solo. Por outro lado, plantas de *Arabidopsis thaliana* L. submetidas a baixas disponibilidades desse fertilizante apresentaram incremento na concentração de Ax nas raízes (WALCH-LIU, IVANOV et al., 2005). A literatura enfatiza que muitas espécies como maracujá-doce (OLIVEIRA, FERREIRA et al., 2005), girassol (SANTOS, PEIXOTO et al., 2012), jambolão (ALCANTARA, OLIVEIRA et al., 2010), entre outras, são responsivas à aplicação exógena de fitorreguladores e estes alteram características morfofisiológicas (raízes laterais), todavia no presente estudo não foram coletados dados de crescimento de raízes laterais.

Nossa proposta reportou diferenças nas dimensões lineares do crescimento vegetativo. Fagan e colaboradores (FAGAN, ONO et al., 2015) afirmam que a concentração dos fitohormônios são sensíveis a diferentes componentes, contudo estes autores não relatam se há influência direta de elementos minerais na regulação e síntese deste no corpo da planta e, conseqüentemente crescimento e desenvolvimento vegetal. Entre os possíveis componentes listados, genes induzidos por AX (*AFR8*) são expressos em células e a transcrição é inibida por micro *MiRNA 167a*. Por outro lado, apesar do teor de N não influenciar os níveis de *AFR8*, as concentrações de *MiRNA 167a* controlam a glutamina e demais aminoácidos, por exemplo, o triptofano.

Conforme discutido previamente por Fagan e colaboradores (FAGAN, ONO et al., 2015) há evidências que confirmam a existência de duas vias metabólicas sintetizadoras de Ax (IAA),

uma delas dependente da via do triptofano e outra não dependente. Na via dependente desse aminoácido, o triptofano é convertido em IAA através de cinco rotas, dentre estas será relatado sobre as três principais: i) rota do IPA: rota do ácido 3-indol-pirúvico que indica ser a mais dependente do triptofano. Essa rota envolve uma reação de desaminação e gera o indol 3-acetaldeído (IAld), sendo oxidado por através de uma desidrogenase; ii) rota da triptamina (TAM), é semelhante a rota anterior invertendo apenas as ordens de carboxilação e desaminação e iii) rota do indol 3-acetonitrila (IAN), nesse caso o triptofano é inicialmente convertido em indol 3-acetaldoxima e em seguida convertido em indol 3-acetonitrila (IAN) e conseqüentemente até ácido indolilacético. Já nas vias não dependentes do triptofano são utilizados o indol ou seu precursor indol glicerol-fosfato (TAIZ, ZEIGER et al., 2017). Ainda sobre os reguladores vegetais, muitas espécies vegetais são responsivas à aplicação exógena foliar de Ax, e estes sinais hormonais são responsáveis pelas respostas das raízes a nutrientes (FAGAN, ONO et al., 2015). Martin e colaboradores (MARTÍN, DEL POZO et al., 2000) reportaram que baixas concentrações de P incrementam a taxa de desenvolvimento de parte aérea-raiz e está diretamente relacionada ao teor de CK.

A literatura também reporta que o desenvolvimento das plantas é regulado por uma miríade de sinais hormonais. Assim, não é surpreendente ver evidências cada vez maiores de correlação entre a sinalização nutricional e fitohormonal em plantas superiores. Entre os achados científicos que corroboram esta afirmação, Krouk e colaboradores (KROUK, RUFFEL et al., 2011) lançam luz sobre como os sinais de N controlam o *status* hormonal das plantas e como ocorre a interação dos sinais hormonais. Esses mesmos autores propõem ainda que a nutrição e o crescimento estejam ligados por um ciclo de alimentação multinível que regula o crescimento, o desenvolvimento e o metabolismo das plantas através de vias de sinalização que mediam a regulação nutricional e hormonal.

A modificação do crescimento é um processo importante que os vegetais usam para concluir com sucesso seu ciclo de vida em um ambiente tão heterogêneo, especialmente até sua fase de reprodução. Este processo de adaptação é tão importante que supomos que tenha contribuído para a evolução de vias de sinalização dedicadas que interligam a detecção de nutrientes e a sinalização hormonal nas plantas. De fato, uma planta de crescimento lento precisará menos recursos nutricionais por um determinado período comparado a uma planta de rápido crescimento, por que a demanda por nutrientes é correlacionada com a produção de massa seca e, indiretamente, através da taxa de assimilação líquida de carbono.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os reguladores vegetais potencializaram as variáveis de crescimento ao serem aplicados em plantas jovens com baixa disponibilidade de elementos minerais e não incrementaram o desenvolvimento vegetativo em plantas com disponibilidades intermediárias de elementos minerais essenciais. Além do mais, não houve estímulo à potencialidade fisiológica em plantas cultivadas sob disponibilidade considerada ‘recomendada’ de nutrição mineral, o que nos leva a aceitar a hipótese científica de que a interação entre fitorreguladores, via foliar, e diferentes disponibilidades de elementos minerais, via solução nutritiva, resultaram em satisfatório balanço nutricional e hormonal necessário para a formação de uma muda sadia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimento à colaboração crucial do Prof. Iuri nas análises e interpretação dos dados, pois viabilizou a obtenção adequada dos resultados e da discussão.

## **DESAFIOS CIENTÍFICO/TECNOLÓGICOS E OS MÉTODOS PARA SUPERÁ-LOS**

### **Obtenção de plântulas para executar a proposta experimental**

Os autores deste relatório (estudante e orientador) afirmam que foram inúmeros os esforços para se obter plântulas de maracujazeiro-doce (*P. alata*) necessárias para iniciar a parte experimental prática, conforme as descrições abaixo. Afirmamos também que foram necessárias adaptações e ajustes metodológicos para garantir a implantação e condução experimental deste estudo e, tais ajustes, foram cruciais para contornar dificuldades encontradas, conforme o descritivo a seguir:

*Teste-piloto I.* No primeiro teste-piloto, as sementes de maracujazeiro-doce foram semeadas em substrato comercial (vermiculita) textura média sem tratamento prévio (fungicidas e inseticidas) em condições de 20-25°C e fotoperíodo 12 h. Não foi observada germinação das sementes ao longo do período avaliativo (menos de 2% dos vasos com 2 sementes viáveis no período de observação de 60 dias) e tão pouco emergência de plântulas;

*Teste-piloto II.* As sementes não foram previamente tratadas com substâncias promotoras da germinação, mas apenas com fungicidas e inseticidas. Não foi observada germinação das sementes ao longo do período avaliativo (menos de 10% dos vasos com 2 sementes viáveis no período de observação de 60 dias) e tão pouco emergência de plântulas;

*Teste-piloto III.* No terceiro teste-piloto, o tratamento das sementes foi realizado com o regulador vegetal GA<sub>3</sub> (Ácido giberélico *Pro-Gibb*<sup>®</sup> 400, produto comercial 10% de GA<sub>3</sub>, na forma de pó solúvel) em 2 diferentes dosagens do produto comercial: 100mg.L<sup>-1</sup> e 500mg.L<sup>-1</sup> (de acordo com metodologia reportada por Ferreira e colaboradores (FERREIRA, OLIVEIRA et al. (2005) e Oliveira e colaboradores (OLIVEIRA, FERREIRA et al. (2005). Após o tratamento das sementes com regulador vegetal foi realizado tratamento fitossanitário com Fungicida – Fludioxonil (Dosagem do produto comercial: 2mL.kg<sup>-1</sup> de semente) e Inseticida- Imidacloprido e Tiodicarbe (dosagem do produto comercial: 5mL.kg<sup>-1</sup> de semente) com semeadura em bandejas preenchidas com substrato vermiculita e areia grossa mantidas em câmara de germinação sob temperatura constante de 30°C, com substrato umedecido periodicamente e luminosidade controlada com 16hrs de luz e 8hrs de escuro. Observou-se a germinação e emergência de plântulas, o que permitiu a condução experimental.

#### **Ajuste estatístico dos dados científicos**

Outro ajuste metodológico efetuado foi a adoção da análise estatística em esquema fatorial com vistas a atender de forma mais adequada e detalhada a discussão dos dados obtidos. Tal ajuste baseia-se em artigos científicos obtidos em recente atualização bibliográfica, por exemplo, Ferreira e colaboradores (FERREIRA, OLIVEIRA et al., 2005) e Oliveira e colaboradores (OLIVEIRA, FERREIRA et al., 2005), Santos e colaboradores (SANTOS, CRUZ NETO et al. (2016).

#### **DISSEMINAÇÃO DOS RESULTADOS**

A divulgação dos resultados foi realizada pela apresentação em eventos científicos nacionais e locais, principalmente, os resumos “*A comparison study on the effect of some plant growth regulators (PGRs) on the germination of sweet passion fruit seeds*” apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal em 2017 e “*Reguladores vegetais e nutrição mineral na formação de mudas de maracujazeiro-doce*” apresentado no evento científico IV Jornada Acadêmica de 23 a 25 de outubro de 2017 na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Lagoa do Sino. Houve também a divulgação de resultados a partir da palestra ministrada: “Metabolismo secundário em plantas cultivadas com enfoque em fitorreguladores” no curso de curta duração intitulado “Fisiologia: uma abordagem geral” (UFSCar/Proex, 16 a 18/01/18) e também sua atuação como organizador do referido evento.

## PRODUTOS OBTIDOS

- Treinamento intitulado “Escrita Científica: Produção de Artigos de Alto Impacto” via plataforma Veduca ([veduca.com.br](http://veduca.com.br)) ministrado pelo Prof. Valtencir Zucolotto ([escritacientifica.com](http://escritacientifica.com) ou [nanomedicina.com.br](http://nanomedicina.com.br)) do Instituto de física da USP São Carlos;
- Participação como congressista no XVI Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal (24/09/17 a 28/09/17), São Pedro-SP;
- Apresentação de trabalho no XVI Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal – “A comparison study on the effect of some plant growth regulators (PGRs) on the germination of sweet passion fruit seeds”;
- Apresentação de trabalho em evento científico IV Jornada Acadêmica de 23 a 25 de outubro de 2017 na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Lagoa do Sino - “Reguladores vegetais e nutrição mineral na formação de mudas de maracujazeiro-doce”;
- Realização de disciplina optativa de Manejo da Fertilidade do Solo em Culturais Anuais (conforme apresentado no histórico escolar).
- Palestrante com o tema geral: “Metabolismo secundário em plantas cultivadas com enfoque em fitorreguladores”, do curso de curta duração intitulado Fisiologia: uma abordagem geral, Proex nº23112.000110/2018-47, ocorrido de 16-18 de janeiro;
- Atuação como organizador do curso de curta duração intitulado “Fisiologia: uma abordagem geral”, Proex nº23112.000110/2018-47, ocorrido de 16 a 18 de janeiro;
- Atuação como ouvinte do curso de curta duração intitulado “Fisiologia: uma abordagem geral”, Proex nº23112.000110/2018-47, ocorrido de 16 a 18 de janeiro;

## ORÇAMENTO E GASTOS TOTAIS

Tabela 10 - Descrição dos custos utilizados neste projeto e os respectivos financiadores

	<b>Reserva técnica do projeto FAPESP</b>	<b>Recursos próprios adicionais do beneficiário</b>
Analises do acumulo iônico (macro + micronutrientes) R\$36,00/amostra * 36 amostras analisadas	R\$800,00	R\$500,00
Inscrição no XVI Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal	R\$0,00	R\$850,00
Vermiculita R\$70,00/pacote * 2 un	R\$0,00	R\$140,00
Vasos descartáveis R\$7,00/pacote * 5 un	R\$0,00	R\$35,00
ProGibb R\$30,00/pacote * 3 un	R\$0,00	R\$90,00
Sacos de papel para secagem das amostras na estufa (100 un)	R\$0,00	R\$25,00
<b>Subtotal</b>	<b>R\$800,00</b>	<b>R\$1.640,00</b>
<b>Total</b>	<b>R\$2.440,00</b>	



## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, G. et al. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolilbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 317-321, 2010.
- ALMEIDA, A. Q. D.; SORATTO, R. P. Teor e acúmulo de nutrientes no feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. **Semina. Ciências Agrárias**, p. 2259-2272, 2014.
- ARGUESO, C. T.; FERREIRA, F. J.; KIEBER, J. J. Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. **Plant, cell & environment**, v. 32, n. 9, p. 1147-1160, 2009.
- ATA-UL-KARIM, S. T. et al. Determination of critical nitrogen dilution curve based on leaf area index in rice. **Field Crops Research**, v. 167, p. 76-85, 2014.
- ATAÍDE, E. M. et al. Efeito de giberelina (GA3) e do bioestimulante 'Stimulate' na indução floral e produtividade do maracujazeiro-amarelo em condições de safra normal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 343-346, 2006.
- BELO, G. D. O. et al. Hybrids of *Passiflora*: *P. gardneri* versus *P. gibertii*, confirmation of paternity, morphological and cytogenetic characterization. **Euphytica**, v. 214, n. 1, p. 2, 2018.
- BENINCASA, M. Análise de crescimento de plantas: noções básicas, Jaboticabal, 42 p. **SP: FUNEP**, 2003.
- BERTOSA, B. et al. Mechanism of auxin interaction with Auxin Binding Protein (ABP1): a molecular dynamics simulation study. **Biophysical journal**, v. 94, n. 1, p. 27-37, 2008.
- CARVALHO, A. J. C. D. et al. Yellow passion fruit plant nutritional diagnosis at different phenological stages by the diagnosis and recommendation integrated system method. **Journal of plant nutrition**, v. 34, n. 4, p. 614-626, 2011.
- CEZAR, A. M. A. et al. Aplicação foliar de ga3 no crescimento e desenvolvimento de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 4, p. 902-912, 2015.
- CONTIERO, R. et al. Quantidade de transposição do líquido pulverizado sobre palha de cana-de-açúcar com pontas de pulverização tipo leque e cone1. **Planta daninha (brasil)**. v. 30, n. 1, p. 211-216, 2012.
- DARIO, G. J. A. et al. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**, v. 12, n. 1, 2005.
- DOMINGOS, C. D. S.; LIMA, L. H. D. S.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.
- FAGAN, E. et al. Fisiologia vegetal: reguladores vegetais. **São Paulo: Andrei**, 2015.
- FAGUNDES, E. et al. Composição mineral dos frutos da macieira 'royal gala' influenciada pela aplicação do fitorregulador tidiazurom. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 286-301, 2016.
- FERRARI, T. B. et al. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis): Fases e efeito de reguladores vegetais. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 65-74, 2008.
- FERREIRA, G.; FOGAÇA, L.; MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá-doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 1, p. 160-163, 2001.



- FERREIRA, G. et al. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 277-280, 2005.
- FIGUEIREDO, D. et al. Aqueous leaf extract of *Passiflora alata* Curtis promotes antioxidant and anti-inflammatory effects and consequently preservation of NOD mice beta cells (non-obese diabetic). **International immunopharmacology**, v. 35, p. 127-136, 2016.
- FORDE, B. G. Local and long-range signaling pathways regulating plant responses to nitrate. **Annual Review of Plant Biology**, v. 53, n. 1, p. 203-224, 2002.
- FORDE, B. G.; WALCH-LIU, P. Nitrate and glutamate as environmental cues for behavioural responses in plant roots. **Plant, Cell & Environment**, v. 32, n. 6, p. 682-693, 2009.
- FUKAKI, H.; TASAKA, M. Hormone interactions during lateral root formation. **Plant molecular biology**, v. 69, n. 4, p. 437, 2009.
- HAWERROTH, F. J. et al. Reguladores de crescimento, importância, perspectivas e utilização. **Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- HEUVELINK, G. B.; BROWN, J. D.; VAN LOON, E. E. A probabilistic framework for representing and simulating uncertain environmental variables. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 21, n. 5, p. 497-513, 2007.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **Circular. California agricultural experiment station**, v. 347, n. 2nd edit, 1950.
- KROUK, G. et al. A framework integrating plant growth with hormones and nutrients. **Trends in plant science**, v. 16, n. 4, p. 178-182, 2011.
- LAURETT, L. et al. Desempenho da alface e da rúcula em diferentes concentrações de ferro na solução nutritiva. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 45-52, 2017.
- LIU, J. et al. Crosstalk Complexities between Auxin, Cytokinin, and Ethylene in Arabidopsis Root Development: From Experiments to Systems Modeling, and Back Again. **Molecular Plant**, v. 10, n. 12, p. 1480-1496, 2017.
- LORENZI, H. J.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. T. C. **Frutas no Brasil: nativas e exóticas (de consumo in natura)**. 2015.
- MAIA, J. T. L. S. et al. Plantas medicinais em hidroponia: Uma revisão de literatura. **Revista Bionorte**, v. 3, n. 1, 2014.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações/Eurípedes Malavolta, Godofredo Cesar Vitti, Sebastião Alberto de Oliveira. 2. ed., ver. e atual. **Piracicaba: Potafos**, 1997.
- MARTÍN, A. C. et al. Influence of cytokinins on the expression of phosphate starvation responsive genes in Arabidopsis. **The Plant Journal**, v. 24, n. 5, p. 559-567, 2000.
- MARUYAMA-NAKASHITA, A. et al. A novel regulatory pathway of sulfate uptake in Arabidopsis roots: implication of CRE1/WOL/AHK4-mediated cytokinin-dependent regulation. **The Plant Journal**, v. 38, n. 5, p. 779-789, 2004.



- MCEVOY, C. T. et al. Increasing Fruit and Vegetable Intake Has No Dose-Response Effect on Conventional Cardiovascular Risk Factors in Overweight Adults at High Risk of Developing Cardiovascular Disease, 2. **The Journal of nutrition**, v. 145, n. 7, p. 1464-1471, 2015.
- MELO, C. A. F. D. et al. Morphological characterization and genetic parameter estimation in backcrossed progenies of *Passiflora* L. for ornamental use. **Scientia Horticulturae**, v. 212, p. 91-103, 2016.
- OCAMPO, J.; ARIAS, J.; URREA, R. Interspecific hybridization between cultivated and wild species of genus *Passiflora* L. **Euphytica**, v. 209, n. 2, p. 395-408, 2016.
- OLIVEIRA, A. D. et al. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 9-13, 2005.
- OZAROWSKI, M.; THIEM, B. Progress in micropropagation of *Passiflora* spp. to produce medicinal plants: a mini-review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 6, p. 937-947, 2013.
- PACHECO, G. et al. Plant regeneration, callus induction and establishment of cell suspension cultures of *Passiflora alata* Curtis. **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 42-47, 2012.
- PACHECO, G. et al. In vitro conservation of *Passiflora*—A review. **Scientia Horticulturae**, v. 211, p. 305-311, 2016.
- PÉREZ, J. O.; D'EECKENBRUGGE, G. C. Morphological characterization in the genus *Passiflora* L.: an approach to understanding its complex variability. **Plant Systematics and Evolution**, v. 303, n. 4, p. 531-558, 2017.
- SAKAKIBARA, H. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 57, p. 431-449, 2006.
- SANTOS, C. A. C. D. et al. Ação da interação cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico no crescimento inicial e florescimento do girassol. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 310-315, 2012.
- SANTOS, C. A. C. D. et al. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, 2013.
- SANTOS, C. H. B. et al. Fruit maturation stage and influence of gibberellic acid on the emergence and growth of *Passiflora* spp. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 481-490, 2016.
- SOUSA, L. B. D. et al. Crescimento, composição mineral e fenóis totais de espécies de *Passiflora* em função de fontes nitrogenadas. **Bragantia**, v. 72, n. 3, 2013.
- SUN, Y. et al. Fruit and Vegetable Consumption and Cardiovascular Risk Factors in Older Chinese: The Guangzhou Biobank Cohort Study. **PloS one**, v. 10, n. 8, p. e0135380, 2015.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Artmed Editora, 2017.
- TAKEI, K. et al. Nitrogen-Dependent Accumulation of Cytokinins in Root and the Translocation to Leaf: Implication of Cytokinin Species that Induces Gene Expression of Maize Response Regulator. **Plant and Cell Physiology**, v. 42, n. 1, p. 85-93, 2001.
- TEAM, R. C. R-project. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2013. 2018.
- TIAN, Q. et al. Inhibition of maize root growth by high nitrate supply is correlated with reduced IAA levels in roots. **Journal of plant physiology**, v. 165, n. 9, p. 942-951, 2008.





TROPALDI, L. et al. Efeito de fitorreguladores aplicados no início do desenvolvimento de cana-de-açúcar destinada à produção de mudas. **Global science and technology**, v. 6, n. 2, 2013.

VIEIRA, A. R. et al. Fruits, vegetables, and bladder cancer risk: a systematic review and meta-analysis. **Cancer medicine**, v. 4, n. 1, p. 136-146, 2015.

WALCH-LIU, P. et al. Nitrogen regulation of root branching. **Annals of botany**, v. 97, n. 5, p. 875-881, 2005.

WASICKY, A. et al. Evaluation of gastroprotective activity of *Passiflora alata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 4, p. 407-412, 2015.

WILKINSON, S.; DAVIES, W. J. ABA-based chemical signalling: the co-ordination of responses to stress in plants. **Plant, cell & environment**, v. 25, n. 2, p. 195-210, 2002.

WOSCH, L. et al. Comparative study of *Passiflora taxa* leaves: I. A morpho-anatomic profile. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 4, p. 328-343, 2015.

ZHANG, H.; FORDE, B. G. Regulation of *Arabidopsis* root development by nitrate availability. **Journal of experimental botany**, p. 51-59, 2000.

ZUCARELI, C. et al. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, 2003.

ZUCARELI, V. et al. Initial development of passion fruit trees (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis* and *P. alata*) grafted onto *Passiflora cincinnata*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2325-2340, 2014.