

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**AGRICULTURA ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Efeito do Biofertilizante Agrobio na Produção de  
Tangerina Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) em  
Pomar Sat no Município de Piraúba-MG**

**Bruno Lima Sant'Anna**

**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**EFEITO DO BIOFERTILIZANTE AGROBIO NA PRODUÇÃO DE  
TANGERINA PONKAN (*Citrus reticulata* BLANCO) EM POMAR SAT  
NO MUNICÍPIO DE PIRAÚBA-MG**

**Bruno Lima Sant'Anna**

*Sob a Orientação da Pesquisadora*  
**Norma Gouvêa Rumjanek**

*e*

*Coorientação da Pesquisadora*  
**Maria do Carmo de Araújo Fernandes**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2021

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001”.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S231e Sant'anna, Bruno Lima , 1966-  
Efeito do biofertilizante Agrobio na produção de tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) em pomar Sat no município de Piraúba-MG / Bruno Lima Sant'anna. - Seropédica - RJ, 2021.  
72 f.: il.

Orientadora: Norma Gouvêa Rumjanek.  
Coorientadora: Maria do Carmo de Araújo Fernandes.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, 2021.

1. *Citrus reticulata*. 2. Manejo agroecológico. 3. Transição agroecológica. I. Rumjanek, Norma Gouvêa, 1953-, orient. II. Fernandes, Maria do Carmo de Araújo, 1952-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**BRUNO LIMA SANT'ANNA**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/08/2021.

**Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020**, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

---

Norma Gouvêa Rumjanek. Dra. Embrapa Agrobiologia  
(Orientadora, Presidente da Banca)

---

Leonardo Ciuffo Faver. Dr. EMATER-RIO

---

Raul Castro Carriello Rosa. Dr. Embrapa Agrobiologia



Emitido em 25/08/2021

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 17496/2021 - PPGA0 (12.28.01.00.00.00.36)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 25/01/2022 14:52)*

**RAUL CASTRO CARRIELLO ROSA**

*ASSINANTE EXTERNO*

*CPF: 026.339.867-65*

*(Assinado digitalmente em 25/01/2022 17:26)*

**NORMA GOUVÊA RUMJANEK**

*ASSINANTE EXTERNO*

*CPF: 345.536.817-49*

*(Assinado digitalmente em 01/02/2022 14:04)*

**LEONARDO CIUFFO FAVER**

*ASSINANTE EXTERNO*

*CPF: 981.818.237-53*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número:  
**17496**, ano: **2021**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **25/01/2022** e o código de  
verificação: **a2ab280eb6**

O futuro não é um lugar para onde estamos indo; mas um lugar que estamos criando. O Caminho para ele não é encontrado, mas construído. E o ato de fazê-lo, muda tanto o realizador quanto o destino.

**Antoine de Saint-Exupéry**

## DEDICATÓRIAS

À memória do meu pai Mauricio Monteiro Sant'Anna.  
À minha mãe Gilda.  
À minha esposa Silvana.  
Aos meus filhos Daniel, Felipe e Rafaela.

*Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS pela vida e por todas as bênçãos recebidas.

À minha esposa por todo o seu apoio, desprendimento, trabalho, carinho e amor, sem a qual não teria sido possível a conclusão de mais essa etapa.

Aos meus filhos que tanto me ajudam e incentivam.

A minha mãe, pelos valiosos conselhos em momentos de dificuldades.

À minha orientadora, a Pesquisadora Norma Gouvêa Rumjanek, pelo seu espírito jovial, sempre disponível, bem-humorada, prestativa e empolgada com a pesquisa e em pesquisar. Me ensinou muito e dá sentido a palavra orientação.

Ao pesquisador Luiz Aguiar da Pesagro-Rio, pelas conversas sobre entomologia e fitopatologia durante o decorrer da pesquisa.

A EMATER-MG e ao meu Gerente Celso Luiz de Oliveira, que me apoiaram e propiciaram a oportunidade de realizar esse Programa.

A todos os professores do PPGAO, que compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para a minha formação profissional, seja as durante as aulas ou nos momentos de convivência extraclasse.

Ao professor do IF Sudeste Rio Pomba, Francisco César Gonçalves, o conhecido Cachico, pelo incentivo inicial em realizar a prova de seleção ao Programa de Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica e ao IF Sudeste Rio Pomba, pelo apoio na disponibilização de dados complementares à pesquisa.

A todos os amigos que em algum momento de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

A todos vocês meu MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

SANT'ANNA, Bruno Lima. **Efeito do biofertilizante Agrobio na produção de tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) em pomar Sat no município de Piraúba-MG.** 2021. 57p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

O município de Piraúba, MG, atualmente com 128 hectares de área plantada com a cultura da tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco), vivenciou um forte aumento na área de plantio entre os anos de 2010 e 2019. A atividade vem ganhando expressão econômica e social como fonte geradora de renda e postos de trabalho no município, caracterizado por ter a base da exploração fundiária formada por pequenas e médias propriedades, sob o sistema de agricultura familiar. Uma demanda crescente dos produtores em reduzir ou eliminar o uso de agrotóxicos, ofertar produtos saudáveis e produzir de forma sustentável, nos remete ao uso de práticas alternativas de produção utilizadas nos sistemas de base agroecológica e/ou orgânica. A aplicação de biofertilizantes é uma opção para o processo de transição, como meio de proteção contra pragas e doenças, disponibilização de nutrientes, aumento da resistência a fatores bióticos e abióticos, entre outros benefícios. O presente estudo teve por objetivo avaliar a aplicação do biofertilizante Agrobio em um pomar comercial de tangerina ponkan com certificação SAT, localizado no referido município. O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições em esquema fatorial composto por 7 tratamentos do Agrobio na parcela principal e 4 posições na subparcela. Foram realizados 5 tratamentos de Agrobio nas concentrações de 4, 6, 8, 10 e 12%, um controle sem aplicação do biofertilizante e um tratamento com o fertilizante FTE BR 10. As 4 posições cardiais compuseram as subparcelas. Foram realizadas 5 pulverizações com o biofertilizante nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2019 e fevereiro e março de 2020 e uma aplicação de 85gramas de FTE BR 10 diretamente no solo ao redor da planta em novembro de 2019. Foram realizadas três amostragens (coleta de dados 1, 2 e 3) para determinação do número e diâmetro dos frutos localizados dentro de um quadrado de 0,64 metros quadrados (80 cm de lado), aos 109, 145 e 177 dias após a primeira pulverização (DAPP) realizada em 5/10/2019. A partir do 207 DAPP, foram realizadas a contagem total dos frutos e a colheita dos frutos seguida da determinação da massa fresca. Análise foliar foi realizada em amostras de folhas coletadas aos 207 DAPP. Os dados obtidos para as coletas de dados 1, 2 e 3 mostram uma redução significativa em torno de 90% no número de frutos nas plantas que receberam Agrobio a 4% em comparação ao tratamento com FTE BR10 nas 3 coletas e ao controle na segunda coleta. Não há diferença nessa variável para os outros tratamentos. O diâmetro dos frutos nas coletas 1 e 2 seguiu a mesma tendência, porém a redução observada para o tratamento de Agrobio a 4% foi de cerca de 75% em relação ao controle, não havendo diferença significativa na coleta 3. O número de frutos comerciais (coleta 4) não foi influenciado significativamente pelo tratamento com o biofertilizante, enquanto houve uma redução de cerca de 70% significativa na variável massa fresca dos frutos comerciais das árvores que receberam 12% de Agrobio em relação ao controle, sugerindo a ocorrência de um efeito negativo do biofertilizante. O método do quadrado utilizado para a coleta de dados de número e diâmetro de frutos nas coletas 1, 2 e 3 apresentou uma forte correlação positiva ( $p=0,01$ ) com o número e a massa fresca de frutos comerciais determinados na época de colheita, respectivamente, e pode ser útil ao produtor para a estimativa da produção com cerca de quatro meses de antecedência. A produção de frutos foi dependente da seção da árvore de acordo com a posição cardinal. O número de frutos voltado para o Leste foi cerca de um terço do número total de frutos produzidos e em torno de 65% superior à média de frutos voltada às demais posições. A concentração do biofertilizante, a frequência de aplicação e o período do tratamento são variáveis que podem ter influenciado os resultados obtidos e devem ser objeto de novos experimentos de modo a se determinar a eficácia do Agrobio para a cultura da tangerina ponkan.

**Palavras-Chave:** *Citrus reticulata*. Manejo agroecológico. Transição agroecológica.

## ABSTRACT

SANT'ANNA, Bruno Lima. **Effect of Agrobio biofertilizer on ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) production in a SAT orchard in Piraúba, MG.** 2021. 57p. Dissertation (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

The municipality of Piraúba, MG, currently with 128 hectares of cultivated area with ponkan tangerine (*Citrus reticulata* Blanco), experienced a strong increase in the planted area between 2010 and 2019. The activity has been gaining economic and social expression, as a source of income and jobs in the municipality, characterized by a base of land exploitation formed by small and medium-sized properties under the family farming system. A growing demand from producers to reduce or eliminate pesticide use, to offer healthy products and to produce in a sustainable way, leads us to consider the use of alternative practices suitable for agroecological and/or organic based systems. Biofertilizers are an option for areas under the transition process, as a means of protection against pests and diseases, availability of nutrients, increased resistance to biotic and abiotic factors, among other benefits. The present study aimed to evaluate the application of the biofertilizer agrobio in a commercial orchard of ponkan tangerine with SAT certification located in the municipality. The experiment followed a randomized block design, with 4 replications in a factorial arrangement consisting of 7 treatments with Agrobio in the main plot and 4 positions in the subplot. Five Agrobio spray applications were carried out: 4, 6, 8, 10 and 12%, an application with FTE BR 10 fertilizer and a control without any treatment. The cardinal positions composed the subplots. Biofertilizer spraying were carried out on October, November and December 2019 and February and March 2020 and the application of FTE BR10 (85 g) took place directly on the soil around the tree trunk on November 2019. Fruit number and diameter located within an 80 cm square were taken at 109, 145 and 177 days after the first spraying (DAPP) carried out on 5/10/2019. The fruit total counting and the harvest followed by fresh mass determination were carried out at 207 DAPP. Leaf analysis was performed on samples collected at 207 DAPP. The first three data observed (1, 2 and 3) showed a significant reduction of around 90% in the number of fruits on plants that received 4% Agrobio compared to both the control and the FTE treatment. There are no further differences in this variable. The fruit diameter followed a similar trend, but the reduction observed for the 4% Agrobio treatment was about 75% compared to the control. The final fruit number was not significantly influenced by the biofertilizer treatment, while the total fresh mass of fruits showed a significant 70% reduction of the treatment that received 12% of Agrobio in relation to the control, suggesting the presence of a negative effect which needs to be further evaluated. The square method used to estimate data on the number and diameter of fruits in the first three observation period showed a strong positive correlation ( $p=0.01$ ) with the total fruit number or the fresh mass determined at the time of harvest and may be useful for the producer to estimate production about four months in advance. Fruit production was dependent on the tree section according to the cardinal position. The number of fruits facing East was about one third of the total number of fruits produced and about 65% higher than the average of fruits facing the other cardinal positions. The biofertilizer concentration, the frequency of application and the application period are variables that may have influenced the results obtained and should be the object of new experiments in order to determine the effectiveness of Agrobio for the cultivation of tangerine ponkan.

**Keywords:** *Citrus reticulata*. Agroecological management. Agroecological transition.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dados médios mensais obtidos a partir da conversão dos valores horários no sistema americano de unidades de medida, com valores de Tmed, Tmax e Tmin, temperaturas média, máxima e mínima (°F); precipitação (pol); UR, umidade relativa (%) e VV, velocidade do vento ( $\text{mih}^{-1}$ ) para o sistema internacional, obtidos da estação meteorológica do Campus do IF Sudeste Rio Pomba..... 18
- Tabela 2.** Casualização das parcelas com identificação dos blocos, dos tratamentos e das faixas indicativas. .... 20
- Tabela 3.** Cronograma de execução das atividades de condução e coleta do experimento. .... 24
- Tabela 4.** Efeito da aplicação foliar de Agrobio aos 109, 145 e 177 DAPP (dias após a primeira pulverização) sobre o número de frutos de tangerina ponkan. As aplicações consistiram de cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um controle sem tratamento e uma aplicação de FTE. O número de frutos foi determinado por meio do método do quadrado ( $0,64 \text{ m}^2$ ) posicionado em cada uma das posições cardeais. A análise de variância foi realizada com números transformados (raiz quadrada + 0,5). Os números de frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais. .... 29
- Tabela 5.** Efeito da aplicação foliar de Agrobio aos 109, 145 e 177 DAPP (dias após a primeira pulverização) sobre o diâmetro de frutos de tangerina ponkan. As aplicações consistiram de cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um controle sem tratamento e uma aplicação de FTE. O diâmetro longitudinal dos frutos foi determinado por meio do método do quadrado ( $0,64 \text{ m}^2$ ) posicionado em cada uma das posições cardeais. Os diâmetros dos frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais. .... 31
- Tabela 6.** Efeito da aplicação foliar de Agrobio aos 207 DAPP (dias após a primeira pulverização) sobre o número total de frutos de tangerina ponkan contabilizados para cada uma das posições cardeais. As aplicações consistiram de cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um controle sem tratamento e uma aplicação de FTE. A análise de variância foi realizada com números transformados (raiz quadrada + 0,5). Os números de frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela em cada uma das posições cardeais. .... 33
- Tabela 7.** Valores de referência para interpretação dos resultados de análise de tecido foliar. .... 36

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da Mesorregião da Zona da Mata no Estado de Minas Gerais. ....2
- Figura 2.** Localização do município de Piraúba e municípios limítrofes dentro da microrregião de Ubá. ....2
- Figura 3.** Variáveis climáticas ocorridas no período do experimento: precipitação (mm), temperaturas média, máxima e mínima (°C), umidade relativa, UR (%) e velocidade do vento ( $\text{ms}^{-1}$ ). .... 19
- Figura 4.** Croqui da disposição das parcelas correspondentes aos blocos 1 e 3, com a identificação das plantas das áreas úteis, representadas pelos números referentes às diferentes concentrações do biofertilizante Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), FTE e controle (C), das plantas de bordadura (X) e das plantas que separam as parcelas e os blocos (●). ....21
- Figura 5.** Vista aérea da disposição do experimento na área de plantio. ....22
- Figura 6.** A: Identificação do Bloco; B: Identificação da parcela; C: Plaqueta de identificação das parcelas e D: Identificação do tratamento a ser tratada. ....22
- Figura 7.** Delimitação da área da copa para amostragem do número e diâmetro de frutos pelo método do quadrado. ....24
- Figura 8.** A: posição leste parcela 16 (FTE); B: Posição leste parcela 17 (Agrobio6%); C: posição leste parcela 18 (Agrobio 10%); D: Posição leste parcela 19 (Agrobio8%); E: Posição leste parcela 20 (4%) e F: Posição leste parcela 21 (12%). ....27
- Figura 9.** Linha do tempo do pomar relacionando o ano e a produção. ....27
- Figura 10.** Gráfico de caixa, boxplot, representativo do número de frutos final para todas as plantas das áreas úteis (n=84), considerando 28 parcelas com 3 plantas cada. Os valores representam os limites entre os quartis e a média geral da produção (X). ..28
- Figura 11.** Regressão do número de frutos transformado (raiz quadrada + 0,5) obtidas a partir de 6 doses de Agrobio (0, 4, 6, 8, 10 e 12%), aos 109 DAPP (dias após a primeira pulverização) (A) e aos 145 DAPP (B). Os números de frutos transformados correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais. Análise de regressão cúbica foi significativa aos 109 DAPP ( $p=0,018^*$ ) e 145 DAPP ( $p=0,015^*$ ). ....30
- Figura 12.** Regressão do diâmetro longitudinal de frutos obtidas a partir de 6 doses de Agrobio (0, 4, 6, 8, 10 e 12%), aos 109 DAPP (dias após a primeira pulverização), (A) e aos 145 DAPP (B). Os diâmetros longitudinais de frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais. Análise de regressão quadrática foi significativa aos 109 DAPP ( $p=0,037^*$ ) e, cúbica aos 145 DAPP ( $p=0,019^*$ ). ....32
- Figura 13.** Regressão do número total de frutos transformado (raiz quadrada + 0,5) obtida a partir de 6 doses de Agrobio (0, 4, 6, 8, 10 e 12%) aos 207 dias após a primeira pulverização (DAPP), nas posições Leste, Oeste, Norte e Sul. Os números de frutos transformados correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela em cada posição cardinal. Análise de regressão cúbica foi significativa para a posição Leste ( $p=0,007$ ). ....34
- Figura 14.** Projção do período de execução do experimento com a representação gráfica das atividades realizadas nos respectivos meses, eventos de importância fisiológica para

a produção, floração e abscisão de frutos e precipitações.....	35
<b>Figura 15.</b> Fertigrama obtido de análise foliar realizada em 06 de maio de 2019, período anterior a aplicação de Agrobio (A) e aos 194 DAPP (B) composto pelos valores de DPO (desvio percentual ótimo) que correspondem ao percentual dos valores da análise foliar dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) cobre (Cu) e boro (B) em relação ao valor médio da faixa de referência para cada nutriente em deficiência ou excesso (Ribeiro.A.C., Guimarães.P.T.G, V.Alvarez.V.H., 1999). As folhas coletadas aos 194 DAPP foram submetidas a cinco pulverizações com Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um tratamento com 1 aplicação com FTE e um controle sem tratamento. O padrão é a relação entre o valor desejável e o valor obtido na análise. ....	37
<b>Figura 16.</b> Correlação entre o número de frutos total determinado aos 207 dias após a primeira pulverização (DAPP) e o número de frutos determinado pelo método do quadrado aos 109 DAPP (A), aos 145 DAPP (B) e aos 177 DAPP (C). ....	40
<b>Figura 17.</b> Correlação entre a massa fresca total de frutos determinado aos 239 dias após a primeira pulverização (DAPP) e o diâmetro de frutos determinado pelo método do quadrado aos 109 DAPP (A), aos 145 DAPP (B) e aos 177 DAPP (C). Todas as correlações foram altamente significativas ( $p=0,01$ ). ....	42
<b>Figura 18.</b> Massa fresca total (MFT) e número total (NFT) de frutos comerciais aos 239 dias após a primeira pulverização (DAPP) com biofertilizante Agrobio. Diferenças significativas (Tukey a 10%) entre os tratamentos com diferentes concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), FTE e controle são indicadas por letras maiúsculas (MFT) e minúsculas (NFT). ....	43
<b>Figura 19.</b> Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) de tangerina ponkan (massa fresca total de frutos) pulverizada com diferentes concentrações do biofertilizante Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), aplicação de FTE e controle. ....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>2</b>
2.1 A Tangerina Ponkan .....	4
2.1.2 Fatores envolvidos na produção de tangerina ponkan.....	4
2.1.2.1 Floração .....	5
2.1.2.2 Abscisão e desenvolvimento dos frutos .....	6
2.1.2.3 Alternância de produção .....	8
2.2 Pragas e Doenças .....	9
2.2.1 A Mosca Negra dos Citros ( <i>Allerocantus woglumi</i> , Ashby) .....	9
2.2.2 Fatores abióticos da bioecologia da mosca negra dos citros .....	9
2.2.3 Monitoramento .....	10
2.2.4 Métodos de controle .....	10
2.2.5 Controle biológico .....	10
2.2.6 Controle alternativo .....	11
2.3 Sistemas Agroecológicos.....	11
2.3.1 Agricultura biológica.....	12
2.3.2 Agricultura biodinâmica .....	12
2.3.3 Agricultura natural.....	13
2.3.4 Agricultura orgânica .....	13
2.4 Biofertilizantes .....	14
2.4.1 Métodos de obtenção de biofertilizantes .....	16
2.4.2 Biofertilizante Vairo .....	16
2.4.3 Biofertilizante Agrobio.....	16
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental .....	18
3.2 Descrição do Experimento para Avaliação da Aplicação Foliar do Biofertilizante Agrobio em Plantas de Tangerina Pokan.....	19
3.3 Análises Realizadas .....	23
3.4 Metodologia para Avaliação do Desenvolvimento dos Frutos.....	23
3.5 Tratamento Estatístico .....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
4.1 Considerações Iniciais .....	26
4.2 Efeito da Concentração do Biofertilizante Agrobio no Número e Diâmetro de Frutos de Tangerina Ponkan Determinados pelo Método do Quadrado .....	28
4.2.1 Efeito da concentração do biofertilizante Agrobio no número de frutos de tangerina ponkan aos 109, 145 e 177 DAPP .....	29
4.2.2 Efeito da concentração do biofertilizante Agrobio no diâmetro dos frutos de tangerina ponkan aos 109, 145 e 177 DAPP .....	31
4.2.3 Efeito da concentração do biofertilizante Agrobio no número total de frutos de tangerina ponkan aos 207 DAPP.....	32
4.3 Nutrientes para o Ciclo Produtivo .....	34
4.4 Estimativas de Número e Massa Fresca Total de Frutos de Tangerina Ponkan.....	39
4.4.1 Correlação entre os números de frutos amostrados aos 109, 145 e 177 DAPP e o número de frutos total aos 207 DAPP .....	39
4.4.2 Correlação entre os diâmetros de frutos amostrados aos 109, 145 e 177 DAPP e a massa fresca total de frutos aos 239 DAPP .....	41

4.5 Produção de Massa Fresca e Número de Frutos.....	43
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O município de Piraúba, localizado na Zona da Mata Mineira, tem a fruticultura como principal atividade agrícola, com destaque para a produção de tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). São 128 hectares de área cultivada sob sistema convencional de produção, que envolve diretamente 48 famílias entre agricultores familiares, pequenos e médios produtores.

Com produção em torno de 3.200 toneladas de frutos por ano, e 80% dessa produção proveniente da agricultura familiar, cabe ressaltar que além da importância econômica a função social desempenhada pela atividade através da criação de contratos de exploração agrícola e postos de trabalho, com expressivo aumento do uso da mão-de-obra no período de colheita, contribui para a manutenção da população rural no campo. Essa rápida descrição sobre o papel econômico e social que a cultura da tangerina ponkan exerce no município, mostra o caráter multidimensional da atividade e remete a outros fatores imprescindíveis a construção de sistemas sustentáveis de produção: a proteção ambiental, a produção de alimentos saudáveis e a manutenção da saúde do trabalhador rural.

Apesar de obter produções economicamente viáveis, o uso indiscriminado de agrotóxicos e insumos químicos, gera uma matriz produtiva insustentável que se opõe aos apelos da sociedade pela produção de alimentos saudáveis, seguros, que contribuam com a preservação ambiental e a manutenção de agroecossistemas. Nesse sentido, a produção de biofertilizantes surge como um processo natural, de base agroecológica, utilizado em qualquer sistema de produção, que ocupa naturalmente uma posição pioneira no processo de transição entre agricultores que buscam reduzir o uso de produtos químicos, para produção de alimentos em sistemas de base agroecológica. Apesar de ser uma ação pontual, dentro do conjunto de atitudes e estratégias que regem o processo de transição de sistemas de produção convencional para sistemas de bases agroecológicas, dialogam com o crescente interesse da sociedade e dos agricultores familiares interessados em reduzir ou interromper por completo o uso de insumos químicos, permitindo uma vida laboral mais saudável e harmônica.

Sob essa ótica, acrescido de todo o ganho ambiental que a redução de insumos químicos representam na manutenção da biodiversidade dos agroecossistemas, esse estudo visa analisar o efeito que o uso do biofertilizante Agrobio nas concentrações de 4, 6, 8, 10, e 12% e do uso do fertilizante FTE BR 10 como provedor de micronutrientes via solo, impactam na produção e desenvolvimento dos frutos de plantas de tangerina ponkan, com 8 anos de idade em pomar certificado SAT(sem uso de agrotóxicos), em condições de campo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O município de Piraúba está localizado na microrregião de Ubá que pertence a mesorregião da Zona da Mata (Figura 1). Na microrregião de Ubá (IBGE, 2020), (Figura 2) especificamente no município de Piraúba, vem ocorrendo um crescimento da fruticultura, em particular da cultura da tangerina ponkan. Entre 2010 e 2019, houve um incremento de 111 hectares no município (SANT'ANA, 2019). A área explorada com a cultura nessa região, considerando além de Piraúba, os municípios limítrofes de Astolfo Dutra, Guarani, Rio Pomba e Tocantins, atinge a marca de 801 hectares, sendo 590 hectares em Tocantins, 125 hectares em Piraúba, 64 hectares em Astolfo Dutra, 21 hectares em Guarani e 6 hectares em Rio Pomba, explorada por 259 agricultores familiares e 48 produtores não familiares (SANT'ANA, 2018).



**Figura 1.** Localização da Mesorregião da Zona da Mata no Estado de Minas Gerais.  
Fonte: Observatório Geográfico de América Latina (2019).



**Figura 2.** Localização do município de Piraúba e municípios limítrofes dentro da microrregião de Ubá.  
Fonte: PNUD Brasil (2013).

Esse movimento de transição para a fruticultura, em especial para o cultivo da tangerina ponkan, advém de diversos fatores que de maneira isolada ou em conjunto estão provocando esse deslocamento da produção agrícola no município. A redução da disponibilidade hídrica, a progressiva redução da mão de obra rural, o aumento da faixa etária da população rural, a pulverização das propriedades, o desestímulo das novas gerações em se manterem no campo, o elevado custo de produção de hortaliças, a insegurança na obtenção de preço justo no momento da comercialização, a instabilidade dos preços das mercadorias, o uso exagerado de agrotóxicos e o receio em realizar novos investimentos e financiamentos derivados das incertezas do mercado contribuem na condução desse movimento. Em contrapartida, as condições edafoclimáticas, a rentabilidade atrativa da fruticultura em comparação a outras atividades agrícolas, o menor uso de mão de obra, o perfil fundiário predominante, constituído por pequenas propriedades exploradas por mão de obra familiar agregam positivamente para o desenvolvimento dessa atividade econômica e potencializa esse movimento migratório para a fruticultura com destaque para a cultura da tangerina ponkan.

Nesse contexto, a totalidade dos produtores rurais da região, utiliza o sistema de produção convencional, com uso intensivo de agrotóxicos, criando uma condição de degradação do ecossistema, risco à saúde e produção de alimentos tóxicos, que desloca o sentido da sustentabilidade para a sua oposição. Esse cenário de insustentabilidade socioambiental apresentado e que segundo Altieri e Nicholls (2000), fez nascer à nível mundial um consenso pela necessidade de novas estratégias, que contribuam para a construção de agroecossistemas sustentáveis, com foco na segurança alimentar na produção de alimentos e a preservação ambiental, trazem a tona os princípios e práticas agroecológicas para o equilíbrio socioambiental dos agroecossistemas, entre elas o uso de biofertilizantes como condicionadores de solos e de plantas, que favorecem a transição entre os sistemas de produção convencional para orgânico ou de base agroecológica.

A abertura do espaço para aproveitamento de resíduos gerados na propriedade contribui para a quebra no padrão, aquisição de insumos externos x utilização de resíduos gerados na propriedade, que estabelece um movimento em direção aos princípios agroecológicos de produção e de sistemas produtivos mais sustentáveis, visto que o uso de biofertilizantes líquidos na forma de fermentados microbianos simples ou enriquecidos, tem sido um dos processos empregados instintivamente pelos produtores interessados em parar com o uso de agrotóxicos e insumos químicos, para o controle das pragas e doenças e nutrição mineral das plantas, como estratégia para o equilíbrio nutricional e biodinâmico do vegetal (MEDEIROS; LOPES, 2006).

A possibilidade em gerar conhecimento com respaldo científico em atenção aos objetivos gerais da ATER pública, que adota os princípios da agroecologia como eixo orientador das ações que visam apoiar e estimular iniciativas de desenvolvimento rural sustentável, que envolvam atividades agrícolas e não agrícolas, para fortalecimento da agricultura familiar visando a melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 2010), estimula a proposição do uso dos biofertilizantes sob o viés da extensão rural pública, a favor da agricultura familiar, direcionada a produção de alimentos saudáveis, de forma sustentável, segura e amigável.

Essa ação interage com a viabilidade econômica, potencialidade, vocação regional e local na produção de frutas, estimula o processo de transição agroecológica e orgânica de produção, auxilia no trabalho de assistência técnica e extensão rural, aproximando o meio rural do conhecimento científico, atuando como fator de estímulo ao extensionista por uma agricultura sustentável. A tangerina ponkan, por ser uma cultura rústica, desenvolvida em região com condições edafoclimáticas adequadas para a expressão do seu potencial produtivo e interesse socioeconômico comprovado, desponta com potencial para despertar o interesse dos agricultores familiares por princípios agroecológicos em uma região onde a cultura da tangerina ponkan, sem exceção, é explorada sob sistema convencional. Nesse sentido, a sincronia entre

pesquisa, extensão e produtores rurais, gera uma oportunidade de fomentar a agroecologia, utilizando o biofertilizante Agrobio como uma ferramenta na construção desse possível processo de transição, junto aos produtores de tangerina ponkan.

## **2.1 A Tangerina Ponkan**

O gênero *Citrus* compreende alguns grupos de frutos mais amplamente cultivados ao redor do mundo. Acredita-se que a diversificação do gênero ocorreu durante o final do período Miocênico, a cerca de 5 a 7 milhões de anos a partir do sudoeste asiático, correlacionado a um marcante enfraquecimento das monções e em segundo momento, no início do Plioceno que marca um período de 5 a 2 milhões de anos (WU *et al.*, 2018a). Estudos genômicos comparativos recentes, forneceram evidências que permitem identificar com maior precisão o centro de origem dos citros e propõe a região que compreende a parte baixa a sudeste da Cordilheira do Himalaia, o leste do Estado de Assam, localizado no nordeste da Índia, a porção norte de Myanmar e o oeste da província chinesa de Yunnan, sudoeste da China, como o local de seu surgimento (WU *et al.*, 2018b) No Brasil, os citros foram introduzidos pelos colonizadores portugueses, por volta de 1530 e encontraram condições favoráveis de clima e solo, que permitiram o seu cultivo em quase todo o País, tornando-se o maior produtor de frutos cítricos do mundo.

As tangerinas constituem o segundo grupo de cítricos em importância na citricultura mundial e ocupa a maior faixa de adaptação climática entre os cítricos cultivados, uma vez que são cultivadas do Equador até latitudes próximas a 40° Norte ou Sul, em ampla faixa de temperatura, (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Segundo dados do IBGE (2020), o país possui uma área plantada de 52.800 hectares com tangerinas, com produção estimada em 984.897 toneladas, em que a tangerina ponkan surge como principal representante. Desse total, Minas Gerais é o segundo maior produtor do país com 11.433 hectares plantados e 210.489 toneladas produzidas 21,4 % da produção nacional. Piraúba, no Estado de Minas Gerais participa dessa produção com um rendimento médio de 25 toneladas por hectare.

A tangerina ponkan é uma árvore de porte médio, com tronco cilíndrico e ereto, ramos apresentando espinhos pequenos, pouco numerosos ou ausentes, flores brancas e folhas lanceoladas, ambas pequenas, frutos do tipo hesperídio, achatados, com cerca de 5 a 8 sementes, casca rugosa, que se solta quando em completo estágio de maturação, de colheita média a precoce, apresenta 40% do seu peso em suco no ponto de colheita (COELHO *et al.*, 1996). Na região de Piraúba-MG, a colheita ocorre entre os meses de abril a julho, mas fatores ambientais, podem deslocar o período de colheita, entretanto sem ultrapassar o período de 30 dias antecipando ou retardando a colheita. A produção por planta pode chegar a até 240 kg por planta, sendo que na região a média obtida é de 25 toneladas por hectare. Altas produções de frutos por planta favorecem ao fenômeno conhecido com alternância de produção, que provoca a produção alternada de frutos entre safras, característica comum aos citros e ocorre especialmente em tangerinas, podendo comprometer a produtividade dos pomares.

### **2.1.2 Fatores envolvidos na produção de tangerina ponkan**

O desenvolvimento, floração e frutificação dos citros, são influenciados por vários fatores que resultam em diferentes respostas em relação a produção. Fatores genéticos, combinação enxerto porta-enxerto, idade da planta, disposição espacial, disponibilidade hídrica, estresse térmico, radiação, disposição do fruto na copa, fertilidade dos solos, manejo, práticas culturais (KRAJEWSKI; RABE, 1995) e as interações entre essas variáveis, condicionam os processos fisiológicos da planta com início na indução das gemas vegetativas e reprodutivas, floração e respectivo pegamento de frutos que vão ser determinantes no

rendimento final da cultura (RUIZ, 2001). Entre tantas, a interação solo – planta, ocupa papel preponderante, responsável pelo fluxo de nutrientes as plantas e permite que ocorram todos os demais processos fisiológicos e bioquímicos para o seu desenvolvimento.

### 2.1.2.1 Floração

A indução floral dos citros é caracterizada por uma interação complexa entre fatores ambientais e sistemas endógenos de regulação genética (AMASINO, 2010). Esses estímulos iniciam em um período de 80 a 120 dias antes do florescimento, caracterizado pela paralisação do crescimento vegetativo da planta, que é induzido por seca ou frio. (CRUZ *et al.*, 2007) e possivelmente desencadeados por mensageiros químicos provenientes das folhas (LIMA, 1990). Condições ambientais como baixas temperaturas e estresse hídrico são reconhecidos como os principais fatores ambientais envolvidos na indução floral dos citros (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986). De acordo com Davenport (2011), o efeito das baixas temperaturas e do déficit hídrico estão diretamente relacionados com a quebra da dormência das gemas, e/ou com a indução floral. Temperaturas baixas exercem uma função dupla, que é quebrar a dormência das gemas floríferas, uma vez que as mesmas possuem dormência mais profunda que as gemas vegetativas, e induzir as gemas ao florescimento (GARCÍA-RUIZ *et al.*, 2012).

O estresse hídrico promove a redução do crescimento, principalmente do sistema radicular, o que leva redução na produção de giberelinas e conseqüentemente, à floração (KRAJEWSKI; RABE, 1995).

Outro fator que impacta na floração se relaciona a insolação. Ensaio realizado por Araújo, Mourão Filho e Sposito (1999), identificou que a posição exposta a maior insolação como mais responsiva ao número de flores, não detectando diferença significativa com relação à altura de inserção dessas flores na planta. Entretanto, foi detectado diferença significativa na quantidade de frutinhos (chumbinhos), que ocorreu no terço basal do quadrante sudoeste, com relação a altura dos demais quadrantes Araújo, Mourão Filho e Sposito (1999). Ainda com relação a esse efeito sobre plantas de citros, nesse caso sobre plantas de tangerina Ponkan, frutos desenvolvidos no quadrante leste-oeste das plantas, onde ocorre maior incidência solar, apresentaram maior peso e diâmetro longitudinal quando comparados com frutos do quadrante de menor incidência solar (DETONI *et al.*, 2009a).

Com relação ao pegamento da florada, essa redução além de estar associada ao excessivo florescimento e sobrecarga de frutos (RAMOS-HURTADO *et al.*, 2006b), pode estar também associada à exaustão das reservas de carboidratos por reduzida área foliar fotossinteticamente ativa, causada por desfolhamento ou excessivo crescimento vegetativo, indicando que a disponibilidade de amido nos tecidos de reserva na estação anterior ao florescimento é um dos fatores que determina o número de flores emitidas e o pegamento dos frutos (MATAA; TOMINAGA; KOZAKI, 1998; RUIZ, 2001). Ruiz (2001), acrescenta que o surto primaveril de florescimento atua como forte dreno e reduz as reservas disponíveis para as fases subsequentes.

Estudos para elucidar os mecanismos e a complexa rede de genes ligados a sinalização de estímulos da indução floral tem sido desenvolvidos (KHAN; AI; ZHANG, 2014). Embora o estímulo ambiental preste um papel chave no controle da floração nos citros, evidências sugerem que respostas indutivas poderiam também estar sendo influenciada por fatores endógenos tais como carga produtiva (MUÑOZ-FAMBUENA *et al.*, 2011), metabolismo nutricional e de carboidratos e balanço hormonal, ligados ao aumento nos níveis de giberelina (GARMENDIA *et al.*, 2019) e ácido abscísico (TANG; LOVATT, 2019). Nesse sentido, estudos genéticos recentes avaliando o efeito das giberelinas e ácido abscísico em citros através na expressão do locus floral T(CiFT) na indução floral em citros, mostrou que maiores concentrações de ácido giberélico durante o período de indução das gemas florais, inibiu a

floração pela repressão da expressão de tais genes nas gemas florais e folhas (MUÑOZ-FAMBUENA *et al.*, 2012), enquanto o acúmulo endógeno de ácido abscísico em tangerineira Satsuma, aplicado durante o período de indução floral sob baixas temperaturas (15 C°), foi correlacionado ao aumento da transcrição do gene a intensidade da floração (ENDO *et al.*, 2018). Avanços nesse sentido indicam ainda que a interação cultivar x porta-enxerto, também está relacionado a floração, agindo de forma supressiva ou ampliadora da expressão gênica, indicando de acordo com as condições ambientais, uma combinação mais adequada entre enxerto e porta enxerto, que melhor atenda aos quesitos de produção e qualidade (BENNICI *et al.*, 2021). O aprofundamento do conhecimento sobre genes ligados ao controle da floração em citros, vem ampliando o entendimento sobre os mecanismos que envolvem esse complexo processo e avançando com formulação de hipóteses que elucidam as respostas da planta a essa gama de fatores inter-relacionados na expressão da floração e indução floral.

### 2.1.2.2 Abscisão e desenvolvimento dos frutos

O crescimento dos frutos de citros é dividido em três fases. A fase inicial, caracterizada pelo aumento da espessura do pericarpo como resultado da divisão celular, a fase intermediária caracterizada pela expansão celular, expressivo aumento no tamanho do fruto e redução da espessura da casca e a fase final marcada pela gradual pigmentação da casca (GUARDIOLA; GARCÍA-LUIS, 2000). A duração de cada fase varia de acordo com a espécie de citros e das condições climáticas (CRUZ *et al.*, 2007) e o pegamento dos frutos, mais do que a floração, é o que condiciona o rendimento das culturas cítricas (RUIZ, 2001). Considerando que a alta profusão de flores emitidas por planta de citros comparado ao baixo número de frutos que a planta pode manter até a maturação é variável e cujo percentual pode ser inferior a 0,2% até cerca de 10% de acordo com a espécie e cultivar (GUARDIOLA; GARCÍA-LUIS, 2000). Essa redução expressiva na frutificação em relação a floração, se deve ao processo de abscisão, que ocorre simultaneamente em botões florais, flores, ovários em desenvolvimento e frutifícios, que consiste no desprendimento de órgãos reprodutivos e folhas, controlado por variações hormonais envolvendo etileno, auxinas, giberelinas, ácido abscísico, atividades de enzimas de degradação da parede celular e vários agentes bióticos e abióticos (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Essa atividade dura por algumas semanas, reduzindo de maneira contínua o número de flores e frutos em desenvolvimento inicial e interpretado por (GOLDSCHMIDT *et al.*, 1985), como um mecanismo auto-regulador que ajusta o número de frutos a capacidade de suprimento metabólico da planta. Ainda segundo os autores, esse mecanismo, por ser um processo seletivo, está fortemente ligado a qualidade dos botões florais e determinado pelo tipo de inflorescência ao qual está inserido: com ou sem a presença de folhas.

De modo geral, inflorescências sem folhas brotam antes, são menores e possuem um conjunto de flores com baixa probabilidade de pegamento de frutos, oposto aos ramos florais com folhas (GUARDIOLA, 1997). Ademais, flores formadas em inflorescências com folhas, são maiores, independente da translocação de carboidratos (GUARDIOLA; GARCIA-MARI; AGUSTI, 1984). Além disso, a manutenção do órgão floral está associada também ao momento de abertura: no início da floração ou mais tardia. Lord e Eckard (1985) em estudo sobre a ontogênese de flores e inflorescência em *Citrus sinensis*, mostra que flores com abertura mais tardia permanecem fixadas por mais tempo quando comparadas aquelas que abrem precocemente. Inflorescências foliadas iniciam esse mecanismo de 7 a 15 dias mais tarde quando comparadas com inflorescências sem folhas e as abscisões ocorrem geralmente no cálice com ovários já em desenvolvimento, enquanto aberturas florais precoces ocorrem no pedicelo e são comuns nas flores e botões florais (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A presença de folhas está intimamente ligada aos mecanismos de abscisão por ser a principal fonte de carboidratos para o processo de floração/frutificação da planta. Em estudo

sobre a disponibilidade de carboidratos em relação a abscisão de frutos em citros, Ruiz (2001) relata que 87% das inflorescências multiflorais sem folhas perderam os frutos em desenvolvimento até 30 dias após o florescimento, enquanto 62% das inflorescências com folhas, mantiveram pelo menos um fruto fixado. Essa maior fixação da frutificação em inflorescências com folhas se deve a uma complexa relação que envolve disponibilidade de carboidratos, hormônios e condições ambientais, que ocorrem na parte aérea das plantas (MEHOUACHI *et al.*, 2000).

Considerando o papel dos carboidratos no processo de abscisão e que essa reação fisiológica tem início cerca de 30 dias após a antese, fica claro não ser essa a causa da abscisão inicial, já que nesse momento não é verificado insuficiência de carboidratos (GUARDIOLA, 1997; RUIZ, 2001; GÓMEZ-CADENAS *et al.*, 2000a; GUARDIOLA; GARCÍA-LUIS, 2000; IGLESIAS *et al.*, 2007a; MEHOUACHI *et al.*, 2000) Entretanto, pela elevada demanda por carboidratos proveniente da floração profusa e o desenvolvimento inicial de frutinhos, o consumo de carboidratos provenientes das reservas disponíveis nas folhas maduras é elevado, absorvendo completamente suas reservas sendo que as inflorescências e órgãos reprodutivos com maior força de dreno, não sofrem processo de abscisão nesse momento e a abscisão de frutinhos nessa fase está mais associada à baixa capacidade de transporte de nutrientes do que a limitação no fornecimento de carboidratos (GOLDSCHMIDT *et al.*, 1985).

Essa primeira onda de abscisão coincide com a primeira fase de desenvolvimento dos frutos, quando ocorre a divisão celular (fase I) e a eliminação desses órgãos reprodutivos tem início quando as reservas de carboidratos atingem seu menor nível. Ruiz (2001), em trabalho que avaliou a disponibilidade de carboidratos em relação a abscisão da frutificação em citros, demonstrou que a eliminação de frutos está relacionado a relação sacarose / hexose e a concentração de açúcar livre na casca e relata que o pico principal de abscisão coincide com a redução dessa proporção e a baixa proporção de açúcar livre na casca durante o desenvolvimento inicial dos frutos, apresenta maior carga de abscisão acumulada.

A redução de carboidratos reduz os reguladores hormonais de crescimento como as giberelinas e aumenta o teor de hormônios que sinalizam condições de estresse como ácido abscísico e desencadeia o acúmulo do ácido carboxílico, precursor do etileno e causador da abscisão nesse momento inicial (TALON *et al.*, 1998). Esse momento crítico de divisão celular, que caracteriza a fase I do desenvolvimento dos frutos e ao longo de todo o período de transição para a fase II, quando ocorre o alongamento e aumento do volume celular, a abscisão de partes reprodutivas é contínua e aumenta significativamente no surto de novembro. Nessa abscisão tardia, ocorre uma competição por carboidratos, devido ao esgotamento das reservas durante a fase I e a incapacidade fotossintética de suprir em quantidades suficientes fotoassimilados para manter a carga de frutificação da planta. Esse fluxo de abscisão que ocorre entre 60 a 85 dias após o florescimento, mostra que a concentração de açúcares nas folhas reduz e caracteriza a limitação no suprimento de nutrientes e acentua a competição por carboidratos entre frutinhos em desenvolvimento. A concentração de açúcares redutores e sacarose na casca dos frutinhos também caem para valores reduzidos e isso caracteriza a relação entre níveis de açúcar disponível e abscisão (RUIZ, 2001; IGLESIAS *et al.*, 2007).

Além dessa competição por nutrientes, outra constatação mostra que, frutos em fase inicial de desenvolvimento que não atingem um nível mínimo de concentração de carboidratos, tem uma alta probabilidade de abscindirem no segundo surto de queda de frutos (MEHOUACHI *et al.*, 1995). Nesse sentido, diversos estudos realizados envolvendo raleamento de frutos, anelamento de troncos e ramos e galhos, desfolhamento de plantas e aporte de sacarose, para verificar a ação dos carboidratos em processos de floração e frutificação em citros, demonstram que a princípio, os frutos agem como drenos durante a fase de divisão celular e após essa fase como fontes de armazenamento, onde carboidratos (sacarose) estão correlacionados positivamente ao crescimento e pegamento do fruto e negativamente a

abscisão (MEHOUACHI *et al.*, 1995). Assim, aumentar a disponibilidade de carboidrato para o pegamento e desenvolvimento dos frutos de citros, está associado a probabilidade de redução da abscisão durante a formação dos frutos, resultando em um maior número de frutos (IGLESIAS *et al.*, 2003) e confirma que a deficiência de carbono induz a abscisão (IGLESIAS *et al.*, 2007). Estudo específico para determinar o crescimento dos frutos da tangerineira ponkan no município de Viçosa-MG realizado por Esposti, Siqueira e Cecon (2008), definiu a fase I como o período entre a antese ao 85º dia após o pleno florescimento, com um intervalo de transição para a fase II, que dura cerca de duas semanas, compreendido entre o 85º dia estendendo-se até o 101º dia após o pleno florescimento, que inicia a fase II até o 251º dia após o pleno florescimento, finalizando com a fase III de amadurecimento do fruto com início no 251º dia após o pleno florescimento e prolonga-se até a colheita dos frutos. A dinâmica do crescimento dos frutos segue uma curva sigmoideal simples caracterizada por três períodos diferenciados, que são o exponencial (fase I), o linear (fase II) e o amadurecimento (fase III).

### 2.1.2.3 Alternância de produção

A alternância de produção resulta principalmente da supressão da floração devido à alta carga de produção da planta e realização de colheita tardia, determinando a redução do número de flores na safra seguinte (MOSS, 1971). Essa baixa intensidade de florescimento causada pela alta carga de frutos da safra anterior é frequentemente acompanhada pela falta ou redução de nitrogênio nas folhas. Nesse sentido, pesquisa realizada sobre o efeito inibitório do fruto sobre a floração em laranja Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck), revelou que a permanência dos frutos na planta inibi a floração a partir do momento em que completa o seu crescimento. Entretanto, a relação entre manutenção de frutos na planta, intensidade de floração e consequentemente a alternância de produção não aparecem estritamente como quantitativo e não é expresso linearmente, sinalizando que existe um valor limite de carga produtiva dependente da variedade e status fisiológico da planta, acima do qual a floração é fortemente inibida (MARTÍNEZ-FUENTES *et al.*, 2010a) e que também está em função do tempo em que o fruto permanece na planta, sugerindo que existe um momento a partir do qual, não é possível a indução de gemas quiescentes devido a fatores fisiológicos, metabólicos ou moleculares, induzidos pela presença de frutos que provocam essa inibição (GARCIA-LUIS *et al.*, 1986).

A hipótese da difusão de um inibidor floral, possivelmente giberelina, do fruto em direção ao ramo no qual está inserido, é colocado como causa da bianualidade de produção em laranja doce (MOSS, 1971). Essa hipótese foi confirmada por Muñoz-Fambuena *et al.* (2012), em estudo gênico que aponta a relação entre a concentração de ácido giberélico nas gemas florais na indução ou repressão da floração, mas não apenas isso. Martínez-Fuentes *et al.* (2010a), apontam para o desequilíbrio no metabolismo do nitrogênio como fator que tende a redução dessa florada, não relacionado ao acúmulo de açúcar e ao conteúdo de amido das folhas (MARTÍNEZ-FUENTES *et al.*, 2010a). A afirmação ratifica o resultado obtido por Lovatt, Zheng e Hake (1988), que demonstrou que o maior nível de nitrogênio nas folhas aumenta a intensidade de floração. Além dos fatores endógenos vistos anteriormente que estimulam a alternância na produção de frutos de tangerina ponkan, fatores externos à planta também contribuem de maneira importante para essa quebra de produção. A ocorrência de pragas e doenças contribui para a redução nutricional da planta e interfere no seu metabolismo através da produção de metabólitos fitotóxicos que interferem no seu rendimento. Nesse sentido é importante destacar que o pomar objeto desse ensaio sofreu surto importante de mosca negra dos citros e o seu ataque de acordo com a severidade reduz de forma importante produção das plantas cítrica em geral.

## 2.2 Pragas e Doenças

### 2.2.1 A Mosca Negra dos Citros (*Allerocantus woglumi*, Ashby)

Inseto picador sugador da Ordem Hemíptera, Subordem Homóptero, Família Aleyrodidae, possui 6 estádios de desenvolvimento: ovo, primeiro instar, dois estádios ninfais sésseis (2 e 3 estádios), pupa e fase adulta, o ciclo do ovo ao adulto é de 45 a 133 dias (SCHRADER *et al.*, 2019). Praga polífaga com potencial de dano econômico para o mercado interno e externo de frutas, ataca várias espécies de diferentes famílias botânicas e com grande poder de dispersão, tem como hospedeiro mais de 300 plantas entre frutíferas, ornamentais, florestais e espontâneas, sendo as plantas cítricas as preferidas (RAGA; IMPERATO; MAIA, 2013). Descrita pela primeira vez em 1915, tem como centro de origem a Ásia, e o Sudeste asiático, mesmo centro de origem da tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). Até dezembro de 2014, a praga era considerada regulamentada A2 no Brasil (BRASIL, 2014), após essa data, por estar amplamente disseminada no país, deixou de ser considerada uma praga quarentenária, mas representa uma ameaça à citricultura brasileira.

### 2.2.2 Fatores abióticos da bioecologia da mosca negra dos citros

O desenvolvimento biológico da mosca negra dos citros está bastante correlacionado com fatores climáticos, com destaque para temperatura e umidade. Ao relatar a possibilidade de intervalo entre gerações ser de até 88 dias, Nguyen, Brazzel e Poucher (1983a) indicam a possibilidade da ocorrência de até 4 gerações do inseto por ano e alerta para a importância dos fatores abióticos para estabelecer estratégias de controle e monitoramento populacional nas diferentes regiões produtoras de citros. Benoit e Denlinger (2010) reitera a informação e acrescenta que no ciclo de vida dos insetos, o fator de interveniência da disponibilidade hídrica atmosférica é ainda maior, pois as condições bióticas desses organismos dependem diretamente das abióticas externas para a realização dos seus principais processos biológicos associados a taxa de sobrevivência. Em testes laboratoriais, foi observado que a temperatura do ar ótima, para o desenvolvimento do inseto estudado oscila próxima aos  $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . O limite máximo, oscilou em torno de  $38^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , enquanto próximo aos  $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  de temperatura do ar ocorreu o limiar mínimo. Na faixa acima de  $40^{\circ}\text{C}$  os insetos entraram em estivação temporária. Foi observado também nesse estágio, que os insetos estudados voltaram a adquirir as suas atividades vitais quando a temperatura do ar retornou as temperaturas da faixa ótima, caso contrário os insetos seriam levados à morte. Por outro lado, quando a temperatura do ar é reduzida abaixo dos  $15^{\circ}\text{C}$ , ocorre a hibernação temporária dos insetos (MORAES; SANTOS, 2013). Aferições realizadas em campo pelo mesmo autor, ratificam os dados obtidos em laboratório e indicam temperaturas na faixa dos  $26^{\circ}\text{C}$  aos  $28^{\circ}\text{C}$ , com umidade relativa de 70% as que apresentam os maiores picos populacionais.

Apesar da temperatura ser um fator que aumenta a oviposição e a presença de todas as demais fases de desenvolvimento de *A. woglumi*, precipitações elevadas concorrem para a redução dos níveis populacionais. O oposto ocorre nos meses em que precipitações são menos frequentes. Por outro lado, resultados obtidos por Medeiros *et al.* (2009), Silva (2010) e Gonçalves (2013) afirmam que, o índice pluviométrico não influencia diretamente na quantidade de adultos da mosca negra durante o período de chuvas, mas decai bruscamente nos meses de maior quantidade de precipitação acumulada.

Com relação aos danos, a mosca negra dos citros pode causar de 20 a 80% de perdas na produção de citros, comprometendo a produção e comercialização de frutos. Cerca de 5 a 10 ninfas por centímetro quadrado, são suficientes para reduzir os níveis de nitrogênio abaixo dos 2,2% necessários para o desenvolvimento dos frutos de laranja. Pesquisas realizadas no México mostram que quando as infestações ultrapassam os níveis de 5 a 7 ninfas por  $\text{cm}^2$  de folha

ocorre mais de 90% de redução na produção e ataque severo em mudas de citros podem levar a morte da planta (SUMMY; GILSTRAP, 1992; NGUYEN; BRAZZEL; POUCHER, 1983).

Os danos causados por *A. woglumi* são diretos, pela sucção contínua da seiva do floema das folhas por adultos e ninfas, reduzindo o vigor e indiretos causados pela eliminação de excreção adocicada (honeydew), que recobrem a superfície das folhas, galhos e frutos e permite o aparecimento de fungos saprófitas, escuros denominados fumagina, (*Campinodium citri* Berk & Desm.). Esses, embora não sejam parasitas, pelo seu crescimento escuro e denso, podem reduzir consideravelmente quantidade de luz que incide sobre os órgãos clorofilados da planta, reduzindo a capacidade de fotossíntese, a respiração e transpiração celular. Pena *et al.* (2009a), Bragard *et al.* (2018a), Moraes e Santos (2013) e Gomes *et al.* (2019) acrescentam que, plantas de citros com infestações de *A. woglumi*, recobertas por fumagina apresentaram alterações fisiológicas negativas ao que se refere a sua taxa de assimilação fotossintética de CO<sup>2</sup>, condutância estomática, transpiração e índices de atividade fisiológica. Em seu estudo em plantas de limão tahiti, tanjaroa, nissey e tangerina ponkan, infestadas por *A. woglumi*, fica claro a fotoinibição do fotosistema II e reduções de aproximadamente 70% na assimilação fotossintética de CO<sup>2</sup>.

As alterações fisiológicas causadas por esses danos diretos e indiretos além de debilitar e comprometer o desenvolvimento geral da planta, reduzem a qualidade, o tamanho e o número de frutos, comprometendo a produção e seu valor comercial. De acordo com Lima *et al.* (2017), o ataque de mosca negra dos citros, influenciou negativamente a produção de laranja Pêra rio no município de Capitão Poço no estado do Pará. Altas, médias e baixas densidade de ninfas de *A. woglumi*, estão associadas a baixos, médios e altos níveis de produção respectivamente.

### **2.2.3 Monitoramento**

O conhecimento da bioecologia do desenvolvimento da praga, exige dos produtores capacitação em práticas de monitoramento, para verificar a ocorrência e realizar a tomada de decisão para realizar o controle em momentos adequados, evitando a infestação severa do pomar, o que dificulta o manejo e eleva os custos de controle. Segundo Vieira *et al.* (2014), para obter uma estimativa confiável da população de mosca negra dos citros, pelo menos uma armadilha adesiva amarela deve ser utilizada a cada 17 hectares na estação chuvosa e uma armadilha por hectare na estação seca.

### **2.2.4 Métodos de controle**

Para o desenvolvimento de estratégias de manejo eficientes da praga, é necessária a integração de métodos de controle, sendo o controle biológico o mais indicado. De acordo com Boscan Martinez (1981), o controle químico da mosca negra dos citros é oneroso e pouco eficiente e afirma que o controle biológico tem sido mais eficiente que o controle químico, em diversas partes do mundo e é realizado por predadores, parasitóides e fungos entomopatogênicos.

### **2.2.5 Controle biológico**

Em todos os países onde houve a introdução de agentes de controle biológico, o resultado foi um efetivo e rápido controle da mosca negra dos citros (WHITE; KAIRO; LOPEZ, 2005). Entre os agentes passíveis de utilização, os fungos entomopatogênicos são considerados um dos mais importantes e com largo espectro de utilização. Medeiros *et al.* (2018) em estudo sobre a patogenicidade de isolados sobre ninfas de *A. woglumi*, apontou que isolados de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium muscarium*, *Fusarium*

*proliferatum* são patogênicos às ninfas de *A. woglumi* e confirmaram a capacidade de *Purpureocillium lilacinum* de infectar ninfas de *A. woglumi*, demonstrando que 7 dias após a inoculação do fungo, houve 100 por cento de mortes das ninfas, indicando ser promissor o uso de microrganismos entomopatogênicos como estratégia para o manejo integrado da praga. Os insetos da ordem *Coccinellidae* (coleoptera) e *Chrysopidae* (neuroptera), despontam como predadores naturais predominantes no controle biológico de *A. woglumi* em pomares de *Citrus latifolia* (ALVIM; AGUIAR-MENEZES; LIMA, 2016). Pesquisa realizada em pomares de citros no Texas (EUA), com os parasitoides *Encarsia opulenta* e *Amitus hesperidum*, verificou que após monitoramento criterioso de seis pomares de citros realizados durante e depois da liberação dos parasitoides, que ambas espécies se estabeleceram e exerceram controle sobre a população de *A. woglumi*. A dissecação de formas imaturas da mosca negra dos citros, mostra um maior número de *E.opulenta* que *A. hesperidum* e que ocorreu a estabilização entre as populações do hospedeiro e do inimigo natural *E. opulenta* e *A. hesperidum* (MEAGHER; FRENCH, 2004).

### 2.2.6 Controle alternativo

Concentrações de extratos aquosos de *Aziractica indica*, obtidos de folhas ou sementes em concentrações de 5 a 10%, se mostram tóxicos para ninfas de *A. woglumi* 6 a 9 dias após a imersão das folhas. Bioensaio realizado com extratos de sementes de *A. indica*, causaram maior mortalidade de ninfas que os extratos folhosos sob mesma concentração. Tais concentrações obtiveram um resultado de 98% de morte das ninfas em observações realizadas aos 6 e 9 dias após o tratamento (KLEYDEJANY *et al.*, 2017). Estudo realizado por Vieira *et al.* (2014), mostra que o silicato de potássio é um indutor que potencializa o mecanismo de defesa de *Citrus reticulata* contra o ataque de *A. Woglumi*. O aumento na atividade de peroxidase e polifenoloxidase revela a indução da síntese de compostos de defesa da planta. Entretanto, esse efeito é dependente do tempo de exposição a planta e da concentração de silício.

### 2.3 Sistemas Agroecológicos

Existe um esforço global para elevar a produção agrícola per capita, no sentido de aliviar os desafios de segurança alimentar provocados pela expansão populacional mundial, com a estimativa de se alcançar cerca de 9 bilhões de pessoas em 2050 (PROSEKOV; IVANOVA, 2018). Em nome da segurança do sistema agroalimentar, a agricultura enfrenta severos desafios para a manutenção da produtividade que incluem a redução da fertilidade dos solos, o aumento de ataques por pragas e doenças, dependência por insumos de baixa eficiência energética, levando a menor produtividade dos ecossistemas. Esse desequilíbrio provocado pela manutenção dos sistemas convencionais de produção, além de contribuir de maneira sistemática e progressiva para a promoção dos efeitos deletérios contra os recursos naturais, extrapolam essa capacidade destruidora para a fauna e comunidades microbianas, reduzindo a resiliência do solo em manter sua fertilidade e eleva a susceptibilidade das plantas a doenças (ATIENO *et al.*, 2020). complementa a afirmação, incluindo a temática social no contexto, além dos impactos econômicos e ambientais gerados pelo uso inadequado de insumos químicos na atividade agrícola.

Esse milagre produtivo prometido e conseguido de certo modo pela indústria aos produtores rurais, aliado a pressão exercida pelos representantes comerciais das empresas e distribuidoras de insumos, dos consumidores, que exigem cada vez mais preço e qualidade, a gradual perda de mão de obra nas atividades rurais, a distância entre os resultados positivos obtidos pela pesquisa e a lenta propagação do conhecimento para o campo, a resistência na mudança de paradigma do sistema produtivo baseado no uso de produtos e não na construção

de processos, o imediatismo dos resultados requerido pelos agricultores, enfim, inúmeros fatores contribuem para a manutenção do sistema produtivo convencional, negando Altieri, que entende como necessário, principalmente entre os agricultores familiares e pequenos produtores a adoção de sistemas de produção de base agroecológica, orientados por sistemas biodiversos, resilientes, eficientes do ponto de vista energético e socialmente justo (ALTIERI, 2012).

Nesse sentido, o processamento de resíduos para obtenção de produtos exercem um papel relevante no processo de transição entre os sistemas de produção convencional para orgânico ou de base agroecológica, por criar uma condição construtiva de transformação de resíduos desperdiçados na propriedade em insumos geradores de vida para o solo e plantas e leva de maneira gradual a quebra do padrão de dependência, para um movimento em direção oposta, que conduz aos princípios agroecológicos de produção e de sistemas produtivos mais sustentáveis. Os biofertilizantes surgem como componente chave para a gestão integrada entre fornecimento de nutrientes, redução dos custos com fertilizantes químicos e benefícios econômicos, convergindo de maneira holística para uma agricultura sustentável (ATIENO *et al.*, 2020). O uso de biofertilizantes líquidos como uma alternativa eficiente para reduzir custos e melhorar a qualidade ambiental, agregando um componente importante no processo de transição dos produtores para sistemas de base agroecológica, onde conciliar o sistema agrícola produtivo e rentável, com o equilíbrio ecológico através da introdução de processos propondo um novo sistema produtivo é um desafio (FERNANDES, 2013).

### **2.3.1 Agricultura biológica**

A partir de estudos realizados no início dos anos 30, sobre fertilidade do solo e microbiologia pelo biólogo, Dr. Hans Muller, surgiu o conceito de agricultura orgânico-biológica, posteriormente reconhecida como agricultura biológica, buscava inicialmente a autonomia do agricultor e a comercialização direta e teve a colaboração do médico austríaco Hans Peter Rush, por volta da década de 60 na difusão dos seus princípios (PENTEADO, 2001). A agricultura biológica pode ser definida como um sistema de produção holístico que promove a saúde do ecossistema agrícola ao estimular a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo, com destaque para a manutenção da saúde do solo para a obtenção da saúde das plantas (COMISSÃO EUROPEIA, 2021). Com esse enfoque Francis Chaboussou, escreveu a Teoria da Trofobiose, onde mostra que uma planta em bom estado nutricional resiste ao ataque de pragas e doenças. As práticas de gestão agrícola, de forma a integrar unidades produtoras, adaptadas as condições regionais, através do uso de métodos culturais, biológicos e mecânicos e práticas ambientalmente amigáveis sem o uso de insumos químicos, visando a produção de alimentos com qualidade biológica, como nas diversas linhas de produção alternativa também são destacados.

### **2.3.2 Agricultura biodinâmica**

Surgida em 1924 na Alemanha, como resposta dos agricultores ao rápido declínio que observavam em suas lavouras e criações, submetidas a tecnologia de ponta, que na época, focava na utilização de adubos químicos. A agricultura biodinâmica teve como figura central o filósofo Rudolf Steiner. No Brasil, a agricultura biodinâmica foi inicialmente ligada à colônia alemã, estabelecendo-se pioneiramente em Botucatu, na fazenda Estância Demétria (KHATOUNIAN, 2001). Como os demais sistemas agroecológicos, seus princípios básicos estão centrados na manutenção dos agroecossistemas. Diferencia dos demais sistemas por considerar o solo e seus componentes bióticos e abióticos além de meras substâncias físicas, mas também sob o olhar qualitativo, no sentido desses elementos serem portadores de forças energéticas que podem ser utilizadas em benefício da agricultura. Esse entendimento, não está

ligado apenas ao entendimento edáfico, mas interage com fenômenos astronômicos que envolvem a energia do universo, os quais fazem parte dos ciclos de vida na Terra. O desenvolvimento vegetal e animal, caminha sob influência do plano energético e biológico, respeitando os ciclos lunares, solares, planetários e suas respectivas conjunções com as estrelas do zodíaco, que a partir dessa concepção, influem no ritmo da natureza. Em suma, o planejamento das tarefas agrícolas obedece ao calendário lunar, em sintonia tanto com os ritmos terrestres, como os cósmicos, de forma a manter o solo revitalizado, são e equilibrado, em condições de entregar alimentos com as mesmas características (AABDA, 2018).

Na cultura biodinâmica, essa interação harmônica não se aplica apenas a agricultura, mas abre espaços a iniciativas sociais, terapêuticas e educativas, como pela metodologia pedagógica Waldorf e na saúde pela Medicina Antroposófica (KHATOUNIAN, 2001).

### **2.3.3 Agricultura natural**

Agricultura Natural é um método de produção agrícola, desenvolvido pelo filósofo Mokiti Okada (Japão, 1882-1955) em 1935, fundamentada em princípios naturais, que tem como base a produção de alimentos para manter e incrementar a saúde humana, proporcionar vantagens tanto econômica como espiritual para o produtor e para o consumidor que seja praticada por qualquer pessoa, tenha caráter permanente, seja responsável pela manutenção do meio ambiente e pela produção de alimentos em quantidade correspondente ao aumento populacional. Através da classificação dos solos conforme o nível dos microrganismos, faz uma distinção entre solo putrefato, favorável ao surgimento de doenças, do tipo bactérias purificadoras, controlador de pragas e doenças, encontrados normalmente em florestas nativas, solos tipo fermentação-sintetização, nos quais microrganismos desse tipo, transformam a matéria orgânica de forma que as mantém como energia orgânica absorvível, não liberando calor nem gases, de forma saudável para o meio ambiente. A produção de microrganismos eficientes (EM) a partir de processos fermentativos, buscam replicar as transformações que ocorrem em solos tipo fermentação-sintetização e por meio da simbiose desses microrganismos, tornar o aproveitamento da matéria orgânica mais efetiva, com maior quantidade de húmus nos solos, criando uma condição de solo que interfere na multiplicação de microrganismos nocivos. Consiste em utilizar a energia da entropia da Terra, na produção agrícola e armazená-la na forma de alimentos disponíveis a planta através da ação de microrganismos, com a capacidade de manter essa energia orgânica (HIGA, 1991).

### **2.3.4 Agricultura orgânica**

O botânico britânico, Sir Albert Howard, em seu livro “Um Testamento Agrícola” escrito em 1939, preconiza métodos de manejo do solo pela natureza, por meio do uso de adubação verde, métodos de compostagem e reciclagem de materiais para incorporação de matéria orgânica ao solo (HOWARD, 2007). Esses estudos iniciaram na Índia, onde o autor conseguiu provar a eficiência da utilização desses métodos e já naquela época emitia um alerta a sociedade para a necessidade da agricultura estar sempre em equilíbrio e de forma clara afirma que métodos de decomposição para repor a matéria orgânica do solo deveriam ser intensificados caso a demanda por alimentos acelerasse.

A relação entre agricultura e natureza, o respeito pelo equilíbrio natural, a redução de insumos externos, os efeitos negativos das práticas agrícolas na manutenção da estrutura do solo e no processo erosivo, a integração entre animais e lavouras para produção de alimentos seguros e saudáveis, compõe esse entendimento conceitual, dos quais surgem diversos movimentos diferentes em metodologia, mas com objetivos semelhantes. Na década de 70 no Brasil, organizações de agricultores, consumidores e técnicos desenvolveram estudos e práticas

com base nos princípios da agricultura orgânica. Antes da construção da Lei de Orgânicos, vários estilos de agricultura, que na base continham os mesmos princípios, foram trabalhados e conhecidos de maneira ampla como agricultura alternativa (FONSECA, 2009).

A atual definição para produtos orgânicos considera sistema orgânico de produção agropecuária, todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando sempre que possível métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

A adubação verde, através do uso de leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico, adubação orgânica por meio da compostagem, que no processo elimina microrganismos como fungos e bactérias, que eventualmente existam em esterco de origem animal, minhocultura, geradora de húmus com diferentes graus de fertilidade; manejo mínimo e adequado do solo com plantio direto, curvas de níveis e outras para assegurar sua estrutura, fertilidade e porosidade; manejo da vegetação nativa, como cobertura morta, rotação de culturas e cultivos protegidos para controle da luminosidade, temperatura, umidade, pluviosidade e intempéries; uso racional da água de irrigação seja por gotejamento ou demais técnicas econômicas de água contextualizadas na realidade local de topografia, clima, variação climática e hábitos culturais de sua população, constituem algumas técnicas para o manejo produtivo de sistemas orgânicos (AAO - AGRICULTURA ORGÂNICA, 2021).

## 2.4 Biofertilizantes

O aumento da dependência da agricultura moderna ao uso excessivo de fertilizantes sintéticos tem provocado enormes problemas ambientais relacionados ao efeito estufa, deterioração dos solos, poluição atmosférica e dos recursos hídricos. É imperativo o uso global de práticas agrícolas sustentáveis com vista a redução de energia e problemas ambientais de forma que haja uma adequação da relação custo benefício na produção de alimentos (THOMAS; SINGH, 2019). A demanda por uma agricultura saudável e de alta qualidade, tem sugerido uma mudança ou pelo menos uma redução no uso de agroquímicos, onde aprimorar a produção e manter o ambiente seguro é um dos maiores desafios a serem enfrentados no século 21 (NOSHEEN; AJMAL; SONG, 2021). Contudo o que vemos, é a persistência no uso excessivo de fertilizantes inorgânicos e pesticidas, que geram uma séria ameaça a saúde humana e ao meio ambiente, fato que se repete de forma generalizada nos cultivos, inclusive no plantio de citros, umas das principais frutíferas cultivadas em nível mundial (ABOBATTA, 2020), e no Brasil. Essa visão deturpada que abrange uma grande parcela de agricultores pela maior confiabilidade gerada por esses produtos, destrói a ecologia, a saúde, produção de safras saudáveis e estabelece uma relação de dependência dos agricultores (KOUR *et al.*, 2020; ALTIERI; NICHOLLS, 2000). A necessidade de alternativas para produzir plantas saudáveis e rentáveis, tem apontado para o uso dos biofertilizantes como uma meio que preenche os requisitos ecológicos, econômicos e de manejo (RAIMI; ROOPNARAIN; ADELEKE, 2021).

Por definição, biofertilizantes são substâncias que contêm microrganismos vivos, que quando aplicados em sementes, superfície de plantas ou solos, coloniza a rizosfera ou o interior das plantas e promove o crescimento, pelo incremento de suprimento ou viabilidade de nutrientes primários ao hospedeiro. Sendo assim, biofertilizante ou fertilizante biológico, deve conter organismos vivos que amplifiquem o acesso do hospedeiro a nutrientes através da sua

própria existência em associação com a planta (VESSEY, 2003). Ainda segundo Kour *et al.* (2020), biofertilizantes consistem em microrganismos que promovem a melhoria no uso dos nutrientes do solo e favorecem sua acessibilidade às lavouras. A Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, define os biofertilizantes como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou sobre partes das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema produtivo e que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos. Cabe ressaltar que o uso do termo biofertilizante para produtos tais como: fertilizantes orgânicos, composto, esterco de animais, entre outros não é correto (BHATTACHARYYA; JHA, 2012).

O modo de ação desses produtos, passa pela produção de fitoestimulantes que favorecem a produção de reguladores de crescimento, vitaminas e outras substâncias. Atuam nos ciclos biogeoquímicos ao melhorar a absorção de nutrientes, fixam nitrogênio, solubilizam e mobilizam compostos orgânicos contendo fósforo e ferro, potássio e minerais essenciais, entre outros, que se traduzem em respostas positivas no desenvolvimento e rendimento da planta (BAREA; AZCÓN; AZCÓN-AGUILAR, 2005). Atuam como agentes de controle biológico, promotores de resistência de plantas a fatores bióticos, abióticos ou como parte integrante de um sistema de manejo integrado de pragas e doenças e ainda na manutenção da fertilidade do solo e proteção ambiental como biorremediadores (AHEMAD; KIBRET, 2014), com a função de eliminar produtos estranhos ou em excesso no ambiente (BOWEN; ROVIRA, 1999).

Fica claro que a atuação dos biofertilizantes não se dá de maneira isolada, mas através de interações que ocorrem entre os microrganismos com plantas, solo e outros microrganismos de maneira a potencializar o suprimento de nutrientes, suprimir organismos indesejáveis no microbioma, criar condições de resistência e ou tolerância a estresses e patogenicidades. Considerando os efeitos benéficos dessas interações. Bakker *et al.* (2014) amplia esse entendimento ao afirmar que plantas interagem extensivamente com microrganismos de solo com impacto recíproco na sua aptidão. Os impactos do microbioma dos solos nas plantas e no fitoplano, abrange de forma contínua, onde as interações se expressam em amplitudes que vão desde benéficas a prejudiciais e são relevantes tanto em ambientes naturais como em manejados. Cardoso e Andreote (2016) corrobora com Bakker *et al.* (2014) ao afirmar, que o desempenho de funções similares em solos distintos pode ser tanto realizado pelo mesmo grupo de organismos, como por organismos distintos, o que leva à necessidade de compreender a composição e o funcionamento metabólico do microbioma específico de cada região, microrregião ou mesmo as áreas de plantio. No Brasil, os biofertilizantes líquidos na forma de fermentados microbianos, simples ou enriquecidos, são os mais utilizados, desempenham as mesmas funções e são muito utilizados para o controle das pragas e doenças e suprimento de nutrientes, baseado no equilíbrio nutricional e biodinâmico do vegetal (MEDEIROS; LOPES, 2006). Obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos). Possuem composição complexa e variável, dependendo do material empregado com macro e microelementos necessários à nutrição vegetal.

Por ser um produto obtido da fermentação, com a participação de bactérias, leveduras e bacilos, quando aplicado devidamente, pode apresentar efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematocida, acaricida e de repelência contra insetos (SILVA *et al.*, 2007). Em sistemas agroecológicos ou em conversão, conferem uma produção mais saudável, com menor impacto ao meio ambiente e resistência para as plantas, com tendência em melhorar a produtividade a menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos, com o benefício de reutilizar matéria-prima da propriedade na sua fabricação (ALTIERI; NICHOLLS, 2000). Entre esses, destacam-se o biofertilizante líquido Vairo, o Supermagro e o Agrobio, em que são utilizados adubos minerais (fontes de micronutrientes) e outros materiais como leite de vaca, melão, cinzas, farelos e urina animal para seu enriquecimento.

### **2.4.1 Métodos de obtenção de biofertilizantes**

Os biofertilizantes podem ser obtidos pelo isolamento de cepas de microrganismos específicos que servem como inóculo para serem dispersos no solo, planta ou sementes, atuando como fixadores biológicos de nitrogênio, solubilizadores e mobilizadores de compostos orgânicos, indutores hormonais, promotores de resistência a fatores bióticos e abióticos e no combate a pragas e doenças (MANGALASSERY; KALAIVANAN; PHILIP, 2019), através de fermentação aeróbica ou anaeróbica. O resultado desse processo é a obtenção de duas fases distintas, uma líquida, utilizada por meio de pulverização e irrigação e outra sólida que pode ser utilizada como suplemento organomineral para a planta. O processo de fermentação é complexo e os microrganismos existentes passam por quatro fases distintas de crescimento celular: latência, crescimento exponencial, fase estacionária e morte celular (MEDEIROS, [s. d.]). Em geral, biofertilizantes produzidos através de processos anaeróbicos, são mais eficientes em comparação aos obtidos sob fermentação aeróbica, devido as menores perdas e a maior disponibilidade de nutrientes, aminoácidos e microrganismos.

No Brasil, a fermentação anaeróbica de esterco bovino misturado a mesma quantidade de água natural, constitui o processo mais utilizado, de maior simplicidade e de menor custo. A partir dessa fonte orgânica como base, vários tipos de biofertilizantes são formulados entre eles temos o biofertilizante Vairo, Supermagro e o Agrobio. Esses produtos, ao serem absorvidos pelas plantas, funcionam como fonte suplementar de micronutrientes e componentes inespecíficos, acreditando-se que possam influir positivamente na resistência de plantas ao ataque de pragas e doenças, regulando e tonificando o metabolismo (FERNANDES, 2013). O biofertilizante representa a adição de macro e micronutrientes, microrganismos e seus metabólitos e de compostos orgânicos e inorgânicos com efeitos sobre a planta e sobre a comunidade microbiana da folha e do solo.

### **2.4.2 Biofertilizante Vairo**

Obtido originalmente a partir da fermentação anaeróbica da mistura em partes iguais de esterco bovino fresco com água não clorada, por um período que pode variar de vinte a quarenta dias, de acordo com a temperatura ambiente, é o mais simples biofertilizante utilizado em cultivos a nível mundial (BETTIOL, 2003; RIBEIRO *et al.*, (2008b); MEDEIROS; WANDERLEY; WANDERLEY, 2003; ARAÚJO, 2010; WANG *et al.*, 2019). Posteriormente, com a função de enriquecer a calda com maior diversidade microbiana e de nutrientes, foram adicionados outros produtos a mistura, como urina de vaca (FERNANDES, 2013), folhas picadas, farinha de ossos, cinzas, pó de rocha rico em sílica ou fosfato de rocha (SILVA *et al.*, 2007). Para a montagem do sistema anaeróbico, utiliza-se uma bombona plástica de 200 litros com tampa que permita o seu fechamento hermético, adapta-se uma mangueira que tenha uma das suas extremidades fixada a uma altura de 10 a 20 centímetros da mistura no interior da bombona e a outra extremidade mergulhada em um recipiente com água para a saída dos gases produzidos. O biofertilizante estará pronto quando cessar a produção de gases dentro do recipiente. O produto não deve ser armazenado por muito tempo, para não alterar as suas características. Caso não seja totalmente utilizado, poderá ser armazenado por um período de trinta dias, desde que seja colocado novamente ao sistema (BETTIOL, 2003). No momento de uso, o biofertilizante Vairo deve ser diluído em água numa proporção que varia de 0,5 a 30%, de acordo com o local de uso, planta ou solo respectivamente.

### **2.4.3 Biofertilizante Agrobio**

O Agrobio é um biofertilizante resultante da fermentação aeróbica de substratos orgânicos por microrganismos, enriquecido com sais minerais, por um período de 54 dias, que

produz um composto formado por vitaminas, ácidos e sais complexos. Supõe-se que a absorção desses compostos pelas folhas, aumenta a resistência natural das plantas ao ataque de pragas e doenças, além de favorecer a nutrição e o metabolismo (FERNANDES, 2013). Para seu preparo, inicialmente são utilizados 200 litros de água, 100 litros de esterco bovino fresco, 20 litros de leite de vaca ou soro e 3 quilos de melaço. Essa mistura inicial, deixada para fermentar durante uma semana deve ser revolvida duas a três vezes por dia, com a função de homogeneizar o processo. Após a semana inicial, deve ser adicionado a essa mistura durante as sete semanas subsequentes, 430 g de bórax ou ácido bórico, 570 g de cinza de lenha, 850 g de cloreto de cálcio, 43 g de sulfato ferroso, 60 g de farinha de osso, 60 g de farinha de carne, 143 g de termofosfato magnésiano, 1,5 kg de melaço, 30 g de molibdato de sódio, 30 g de sulfato de cobalto, 43 g de sulfato de cobre, 86 g de sulfato de manganês, 143 g de sulfato de magnésio, 57 g de sulfato de zinco e 29 g de torta de mamona. Nas 4 últimas semanas são adicionados 500 ml de urina de vaca. A calda deve ser revolvida duas vezes por dia durante todo o processo de preparo. Após a oitava semana de fermentação, completar o volume do preparado com água livre de cloro até 500 litros (FERNANDES, 2013).

Para seu uso nos plantios é necessário coar o produto e realizar a diluição com água de acordo com a concentração indicada para cada cultura. O Agrobio pronto apresenta cor bem escura e odor característico de produto fermentado e, pH na faixa de 5,0 a 6,0. A análise química do biofertilizante realizada por Ricci, Araújo e Franch (2002) apresentou o seguinte resultado: 34,69 g/L de matéria orgânica; 0,8% de carbono; 631 mg/L de N; 170 mg/L de P; 1,2 g/L de K; 1,59 g/L de Ca e 480 mg/L de Mg, além de traços dos micronutrientes. Diversos estudos realizados com o biofertilizante Agrobio revelam sua capacidade em favorecer o incremento da macro e microfauna do solo (ALMEIDA; CORREIA, 2010), a melhora de características físicas como densidade aparente, porosidade, aeração, fertilidade e estímulo as atividades biológicas (SANTOS, 1992), o controle de patógenos de importância econômica como verificado na cultura do pimentão no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*). Esse ensaio revela diferentes mecanismos de ação que podem ser de antibiose por meio da produção de metabolitos com ação antibiótica, nutricionais e hormonais que auxiliam na redução da perda de folhas até ao efeito de competição microbiana no filoplano, reduzindo a condição física de proliferação do patógeno (DELEITO *et al.*, 2004). Outro modo de ação positiva foi relatada por (MARCILIO *et al.*, 2014), que concluiu em trabalho sobre o desenvolvimento da bananeira cultivar Farta velhaco, efeito do biofertilizante sobre o aumento do diâmetro do pseudocaule, o número de folhas vivas, o peso e o número de frutos por penca.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

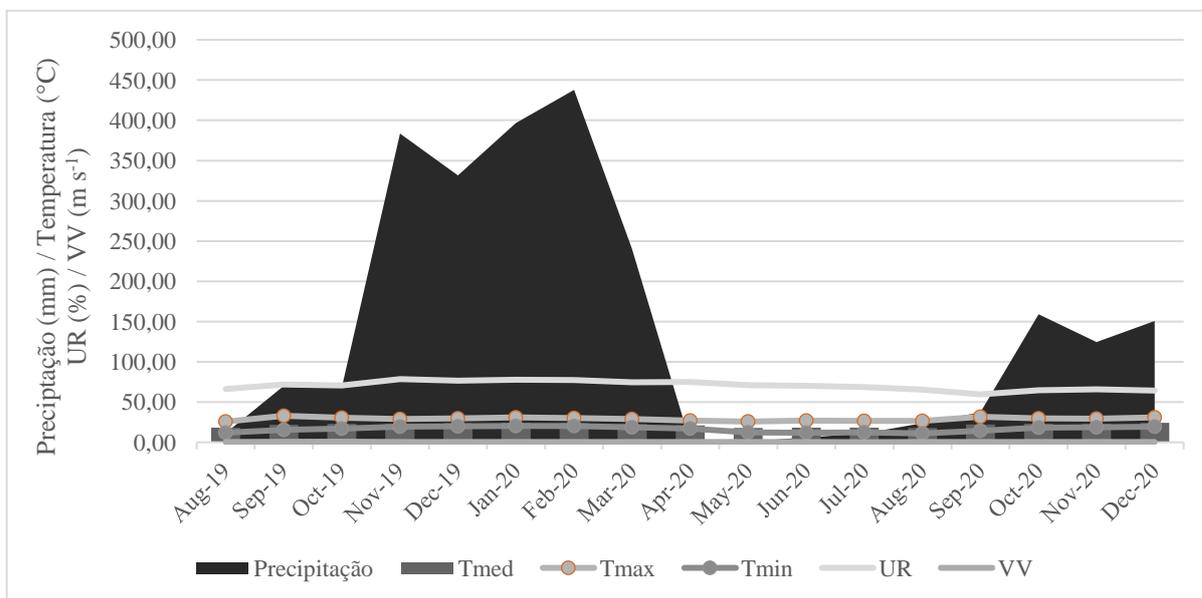
#### 3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

Foi realizado um experimento no sítio Lindo Vale – Piraúba-MG, em pomar comercial de tangerina ponkan, com Certificação SAT, localizado nas coordenadas: 21°16' 15,30" S, 43° 06' 06,14"W, a 473 metros de altitude. O pomar é formado por 1800 plantas, de tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco), 300 plantas de laranja pera rio (*Citrus sinensis*, var. Pera-Rio) e 200 plantas de laranja valência (*Citrus sinensis*, var. Valencia), não irrigado, com sete anos de idade, enxertado sobre limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck), com espaçamento de 3,0m entre plantas x 5,5m entre linhas. O solo de plantio é um latossolo vermelho amarelo, distrófico de textura argilosa, com as seguintes características: pH = 5,5; P = 1,88 mg dm<sup>-3</sup>; K = 47,00 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,11 cmol dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,74 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al = 0,00 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,96 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 2,97 cm = 42,9%; matéria orgânica = 3,22 dag kg<sup>-1</sup>. A amostra de solo foi retirada de 0 a 20 cm de profundidade sob condições climatológicas CWa, segundo a caracterização climática de Koppen. No sentido de caracterizar melhor as condições climatológicas do experimento, foram obtidos os dados da Estação Meteorológica do Campus do IF Sudeste Rio Pomba, localizado a 10 km da área estudada, com informações sobre: temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade reativa do ar, velocidade do vento e precipitação (Tabela 1). O intervalo entre os registros é de sessenta minutos, durante todo o período analisado, com a transformação dos dados para registros médios mensais.

**Tabela 1.** Dados médios mensais obtidos a partir da conversão dos valores horários no sistema americano de unidades de medida, com valores de Tmed, Tmax e Tmin, temperaturas média, máxima e mínima (°F); precipitação (pol); UR, umidade relativa (%) e VV, velocidade do vento (mih<sup>-1</sup>) para o sistema internacional, obtidos da estação meteorológica do Campus do IF Sudeste Rio Pomba.

Data	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	VV (ms <sup>-1</sup> )
ago/19	18,40	25,66	11,79	11,43	66,07	0,49
set/19	21,87	32,92	15,3	70,36	71,59	0,63
out/19	23,13	30,41	17,12	68,07	70,55	0,62
nov/19	23,11	28,93	19,32	383,54	78,49	0,50
dez/19	23,89	29,64	19,8	331,72	76,41	0,45
jan/20	24,26	30,98	20,32	396,80	77,63	0,30
fev/20	23,86	30,11	20,15	437,80	77,31	0,33
mar/20	22,76	29,1	18,4	240,20	74,49	0,35
abr/20	20,83	27,01	16,84	0,00	75,02	0,29
mai/20	17,81	25,73	12,3	1,00	71,09	0,29
jun/20	18,24	27,11	11,99	5,80	70,12	0,29
jul/20	18,35	26,71	12,08	11,20	68,51	0,14
ago/20	17,82	26,7	11,06	23,60	65,55	0,43
set/20	22,09	31,58	14,41	37,20	59,53	0,51
out/20	22,97	29,5	18,33	159,00	64,60	0,55
nov/20	22,98	29,38	18,48	124,60	65,87	0,55
dez/20	24,28	31,11	19,59	150,60	64,34	0,36

Na Figura 3, estão representados graficamente as variações mensais dos dados de temperaturas médias, máximas e mínimas em (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e velocidade do vento ( $\text{ms}^{-1}$ ). Observa-se forte variação no volume de chuvas acumulada no período entre outubro e dezembro de 2019, com relação ao mesmo período de 2020, com a manutenção das temperaturas nos dois períodos.



**Figura 3.** Variáveis climáticas ocorridas no período do experimento: precipitação (mm), temperaturas média, máxima e mínima (°C), umidade relativa, UR (%) e velocidade do vento ( $\text{ms}^{-1}$ ).

Fonte: Estação meteorológica do Campus IF Sudeste Rio Pomba a cerca de 10 km da área em estudo.

### 3.2 Descrição do Experimento para Avaliação da Aplicação Foliar do Biofertilizante Agrobio em Plantas de Tangerina Pokan

O experimento foi realizado no período de setembro de 2019 a julho de 2020 no sítio Lindo Vale. O experimento foi realizado em blocos casualizados em esquema fatorial composto por 4 blocos e 2 fatores representados por 7 tratamentos com Agrobio na parcela e 4 posições cardeais na subparcela. O experimento foi constituído por 28 parcelas. A parcela foi composta por 3 linhas com 5 árvores cada, totalizando 15 árvores e configurando uma área útil com 3 árvores, sendo as demais consideradas como bordadura. Os sete tratamentos compreendem 5 concentrações de Agrobio para aplicação foliar (4%, 6%, 8%, 10% e 12%), uma aplicação de 90 g por planta do fertilizante FTE BR 10 disposto na área de coroamento de cada árvore e um controle sem tratamento. A parcela subdividida corresponde a parte da copa voltada para cada um dos pontos cardeais: Norte, Sul, Leste e Oeste (Tabela 2). A Figura 4 apresenta os blocos 1 e 3, as respectivas parcelas compostas por áreas úteis e bordaduras.

**Tabela 2.** Casualização das parcelas com identificação dos blocos, dos tratamentos e das faixas indicativas.

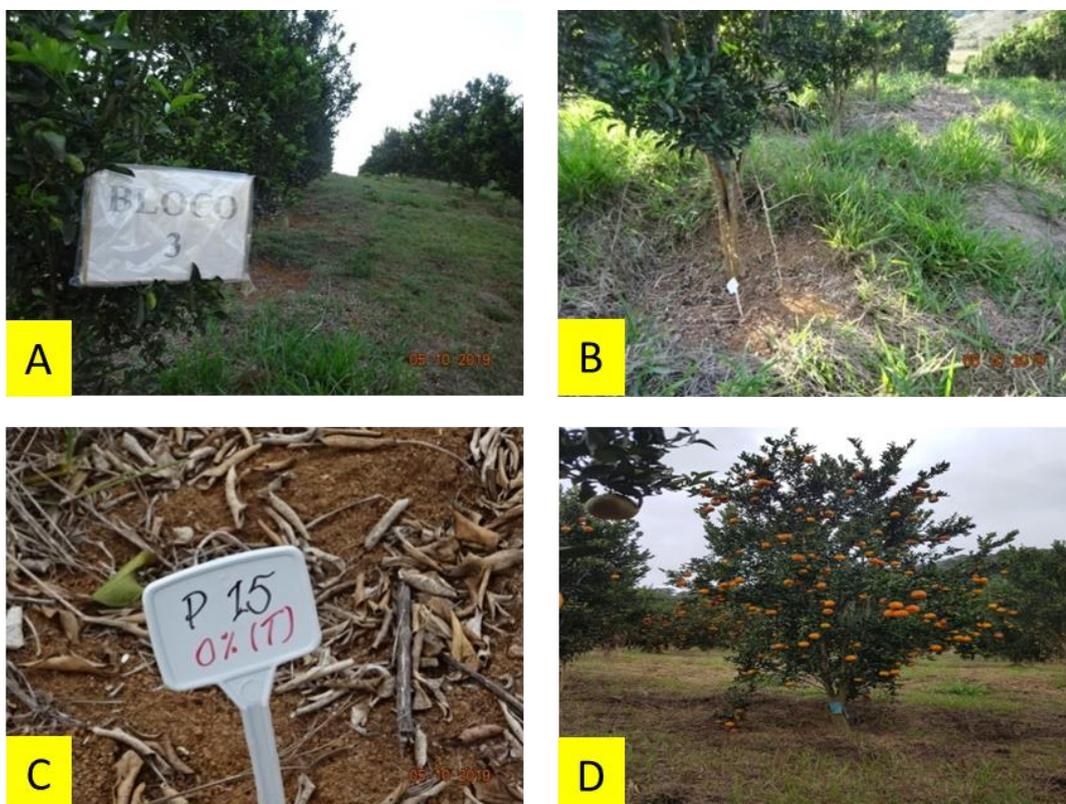
Parcela	Bloco	Tratamento	Faixa indicativa
1	1	12% Agrobio	vermelho
2	1	8% Agrobio	verde
3	1	4% Agrobio	laranja
4	1	controle	branco
5	1	6% Agrobio	amarelo
6	1	FTE	preto
7	1	10% Agrobio	azul
8	2	4% Agrobio	laranja
9	2	FTE	preto
10	2	10% Agrobio	azul
11	2	controle	branco
12	2	8% Agrobio	verde
13	2	6% Agrobio	amarelo
14	2	12% Agrobio	vermelho
15	3	controle	branco
16	3	FTE	preto
17	3	6% Agrobio	amarelo
18	3	10% Agrobio	azul
19	3	8% Agrobio	verde
20	3	4% Agrobio	laranja
21	3	12% Agrobio	vermelho
22	4	controle	branco
23	4	6% Agrobio	amarelo
24	4	10% Agrobio	azul
25	4	12% Agrobio	vermelho
26	4	FTE	preto
27	4	8% Agrobio	verde
28	4	4% Agrobio	laranja





**Figura 5.** Vista aérea da disposição do experimento na área de plantio.

Fonte: do autor.



**Figura 6.** A: Identificação do Bloco; B: Identificação da parcela; C: Plaqueta de identificação das parcelas e D: Identificação do tratamento a ser tratada.

Fonte: do autor.

O procedimento de pulverização foi realizado de maneira manual, com uso de pulverizador mecânico Yamaha HS-30, acoplado em microtrator Yanmar PC11, com uso de mangueira e pistola de pulverização com bico leque, com vazão de 0,083 litros/segundo a 40 psi de pressão. O biofertilizante Agrobio foi adquirido diretamente da PESAGRO-RIO para evitar possível inconsistência no processo de produção. O preparo da calda foi realizado no momento da pulverização, limitado a 80 litros por tratamento para pulverizar as 12 plantas úteis no conjunto dos 4 blocos. A pulverização das parcelas seguiu a ordem crescente de concentração, com pulverizações iniciais a 4%, seguindo a ordem até a maior concentração correspondente a 12%. A cada transição entre pulverizações foi realizada a lavagem do sistema com água limpa. A execução da tarefa foi realizada de acordo com a disposição das parcelas no campo e mantida o rigor do uso de aproximadamente 6,5 litros de calda por planta. As pulverizações foram realizadas em outubro, novembro, dezembro, fevereiro e março. O intervalo referente ao mês de janeiro se deve ao excesso de chuvas ocorridos na região no período, o que impossibilitou a realização da pulverização. As parcelas tratadas com micronutrientes pelo uso do fertilizante FTE via solo, realizadas em novembro, em dose única de 85 gramas por planta, utilizando recipiente previamente aferido para o peso especificado. Concomitantemente com as pulverizações, foram realizadas 4 adubações químicas. A primeira realizada na segunda semana de outubro com 180 g de uréia, em novembro 350g de fostato monoamônico (MAP) mais 180g de uréia, em janeiro de 2020, 150 g de uréia mais 90 g de cloreto de potássio e em março 80g de cloreto de potássio. Por ser uma área em transição para orgânico, tem ocorrido a substituição gradual de fertilizantes químicos no pomar. Não são utilizados produtos químicos para controle de pragas e doenças.

### **3.3 Análises Realizadas**

Inicialmente, foi realizada a anotação das medidas dos três ramos principais de cada árvore útil de cada parcela, utilizando-se paquímetro digital. Foram coletadas 8 folhas por árvore, de 25 plantas aleatórias, no terço mediano da copa da planta, em seus 4 lados folhas completas (lâmina com o pecíolo), com 5 a 7 meses de idade, de ramos frutíferos que se originaram nas brotações primaveris (SCIVITTARO; OLIVEIRA, 2014). Foram realizadas novas análises foliares, específicas para cada tratamento avaliado ao final do experimento. Na análise de referência foi obtido o seguinte resultado: N=2,66 dag/kg (%); P=0,12 dag/kg (%); K=1,52 dag/kg (%); Ca=3,83dag/kg (%); Mg=0,21dag/kg (%); S=0,20dag/kg (%); Zn=12,4mg/kg; Fe=121,9 mg/kg; Cu=11,2 mg/kg; B=82,3 mg/kg. Os resultados obtidos nas análises específicas para cada tratamento são mostrados no Anexo 1.

### **3.4 Metodologia para Avaliação do Desenvolvimento dos Frutos**

A avaliação do processo de desenvolvimento dos frutos, sob os diferentes tratamentos, foi realizada pelo método do quadrado, definido como a área abrangida por uma moldura quadrada de metal com 80,0 cm de lado, correspondendo a 0,64 m<sup>2</sup>, que delimita a área da copa a ser analisada. Considerando a homogeneidade das plantas do pomar, fixou-se o lado inferior do quadrado a cerca de 95,0 cm do solo, nas quatro faces da planta e a partir desse ponto ocorreu a amostragem dos frutos, descartando visualmente os maiores e menores frutos que se encontravam dentro do perímetro do quadrado. Foi realizada uma leitura mensal relativa ao tamanho e número de frutos no final dos meses de janeiro, fevereiro e março no total de três aferições iniciada aos 109 dias após primeira pulverização (DAPP), aos 145 dias DAPP e a terceira aos 177 DAPP. A progressão do desenvolvimento do diâmetro transversal dos frutos foi aferida por paquímetro digital, posicionando as garras do equipamento no ponto de inserção

do pedúnculo com o fruto e na parte abaxial central. Os frutos pertenciam a ramos com o mesmo padrão de desenvolvimento nas quatro faces das plantas (Figura 7).



**Figura 7.** Delimitação da área da copa para amostragem do número e diâmetro de frutos pelo método do quadrado.

Fonte: do autor.

Para determinar a produção total por árvore, foram contabilizados todos os frutos das plantas úteis de cada tratamento, de cada bloco, localizados nas diferentes posições cardeais aos 207 DAPP. Os frutos maduros, caracterizados pela coloração da casca amarelo alaranjada foram colhidos em junho de 2020, aos 239 dias após a primeira pulverização. Quarenta dias após realizada todas as pulverizações e adubações foi realizada nova coleta de amostras de tecido foliar para avaliar a ação do biofertilizante Agrobio na disponibilização de micronutrientes para as plantas. As atividades seguiram a cronologia apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3.** Cronograma de execução das atividades de condução e coleta do experimento.

Atividade	2019								2020			
	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Coleta de amostras para análise de solo	■											
Coleta de amostras para análise de nutrientes de folhas	■											■
Coleta de dados de número de frutos e diâmetro de frutos									■	■	■	■
Pulverização com Agrobio						■	■	■	■	■	■	■
Aplicação de FTE						■	■	■	■	■	■	■
Adubação						■	■	■	■	■	■	■
Contagem de frutos final												■

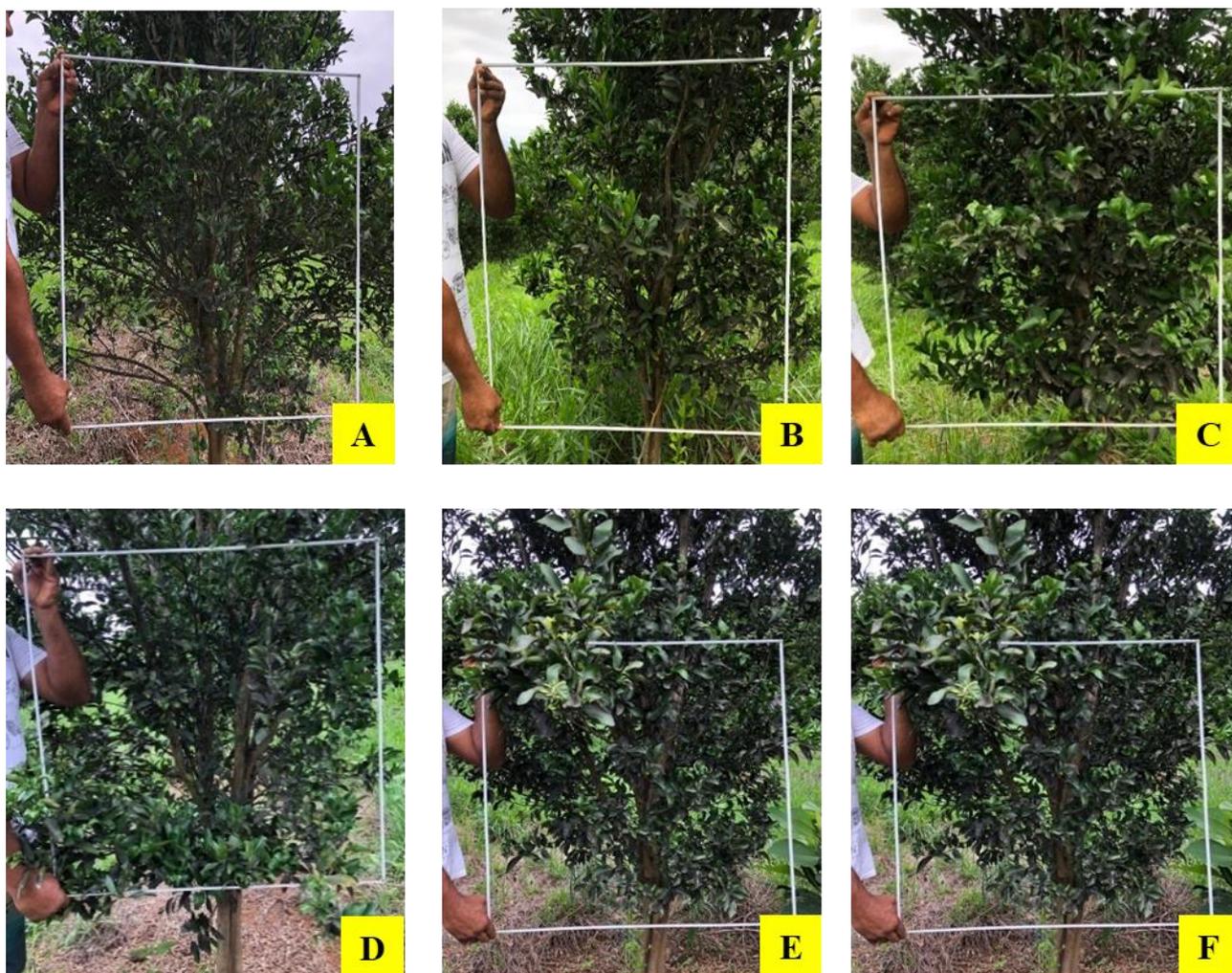
### **3.5 Tratamento Estatístico**

Os dados de número de frutas transformados em raiz quadrada + 1, diâmetro de frutas e diâmetro de ramos dos sete tratamentos foram testados quanto à homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett e normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk com o software R (BHERING, 2017). A transformação de número de frutas foi aplicada para homogeneizar a variância entre os tratamentos. A análise de variância foi conduzida como fatorial duplo entre tratamentos com Agrobio na parcela e posição de acordo com os pontos cardeais na subparcela. Foi aplicado o teste de Tukey ( $p = 0,05$ ) para comparação de médias. As análises de regressão foram realizadas considerando os seis níveis de Agrobio, incluindo o controle (sem aplicação), como variável independente com o software SISVAR (FERREIRA, 2014). Os dados de número e diâmetro das frutas foram ajustados por regressão linear para o modelo polinomial exponencial de segundo ou terceiro grau, conforme análise de variância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Considerações Iniciais

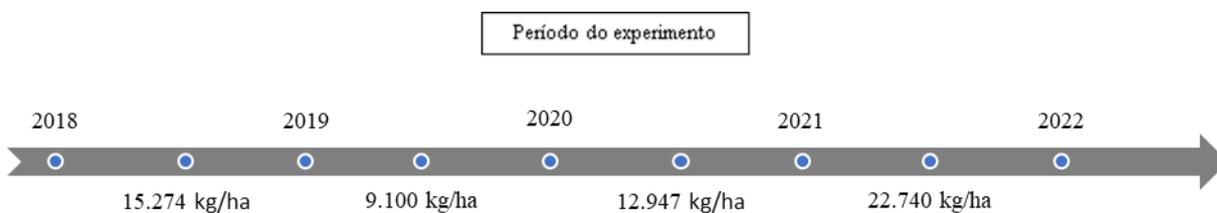
No momento da execução desse estudo, o pomar estava sob infestação do fungo *Capnodium citri*, causador da fumagina, associado a um surto de mosca negra ocorrido entre final de 2018 e 2019. Visualmente antes da aplicação do Agrobio não havia qualquer diferença no nível de infestação da fumagina nas plantas, considerando-se o dano homogêneo para todas as plantas na área de plantio. Apesar da população do inseto estar controlada no momento da implantação do experimento, a maioria das folhas em todas as árvores do pomar estava coberta com a crosta negra causada pelo fungo. Sua proliferação está associada aos resíduos adocicados liberados pela mosca negra e pode causar a redução fotossintética. Em estudo realizado em plantas de limão Tahiti e tangerinas tanjaroa, nissey e ponkan, infestadas por mosca negra, Gomes *et al.* (2019), demonstram com clareza a fotoinibição do fotosistema II e reduções de aproximadamente 70% na assimilação fotossintética de CO<sup>2</sup>. Os autores afirmam que, alterações fisiológicas causadas por esses danos diretos e indiretos, além de debilitar e comprometer o desenvolvimento geral da planta reduz a qualidade, o tamanho e o número de frutos, comprometendo a produção e seu valor comercial. Lima *et al.* (2017) complementam que o ataque de mosca negra dos citros, influenciou negativamente a produção de laranja Pêra Rio no município de Capitão Poço no Estado do Pará. Para mostrar as condições de recobrimento das folhas por fumagina e o possível efeito que possa ter causado na redução de produção, foram fotografadas plantas de parcelas diferentes todas na posição leste, mais produtiva, mas o efeito de recobrimento da planta por fumagina se replica por toda a planta independente da posição ou altura de observação (Figura 8).



**Figura 8.** A: posição leste parcela 16 (FTE); B: Posição leste parcela 17 (Agrobio6%); C: posição leste parcela 18 (Agrobio 10%); D: Posição leste parcela 19 (Agrobio8%); E: Posição leste parcela 20 (4%) e F: Posição leste parcela 21 (12%).

Fonte: do autor.

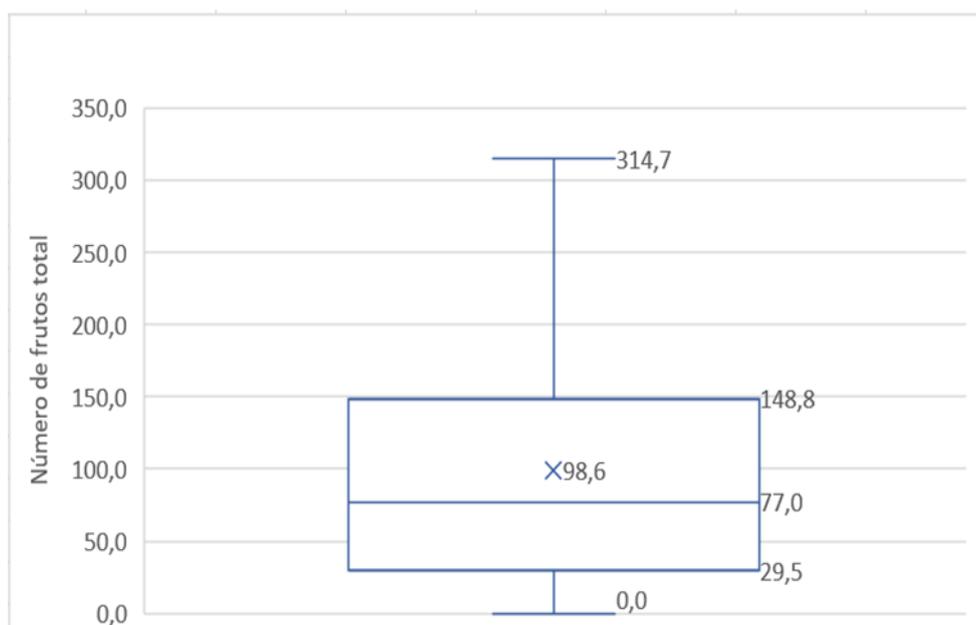
De acordo com as observações relatadas, verifica-se ao acompanhar a linha de produção do pomar a partir do ano de 2018 a possível ocorrência de tal efeito (Figura 9).



**Figura 9.** Linha do tempo do pomar relacionando o ano e a produção.

Outro fator considerado foi a possibilidade da ocorrência de alternância de produção em plantas com altas cargas produtivas na safra anterior, aumentando a variabilidade produtiva entre as plantas. Foi constatada no estudo através das anotações de campo uma ampla variação no número de frutos por árvore que oscilou entre 0 a 379 frutos por planta. A Figura 10

apresenta o gráfico de caixa, boxplot, com o número total de frutos de cada planta. Do total de 84 plantas analisadas, 25% desse montante, quartil inferior, produziram em uma faixa de 0 a 29 frutos por planta, o que corresponde a 3% da produção total de frutos das plantas analisadas, enquanto os 25% mais produtivos, quartil superior, produziram em torno de 55% do total, em uma faixa de 149 a 315, correspondendo a uma diferença de 165, quase dezoito vezes a faixa encontrada no primeiro quartil. Essa diferença na dispersão entre e as barras de limite superior e inferior e os quartis indicam a variabilidade da produção por planta.



**Figura 10.** Gráfico de caixa, boxplot, representativo do número de frutos final para todas as plantas das áreas úteis (n=84), considerando 28 parcelas com 3 plantas cada. Os valores representam os limites entre os quartis e a média geral da produção (X).

A variabilidade na produção das plantas individuais sugere a ocorrência de alternância de produção em plantas com altas cargas produtivas na safra anterior. A produção alternada de frutos entre as safras é uma característica comum aos citros e ocorre especialmente em tangerinas, podendo comprometer a produtividade dos pomares. A alternância de produção pode estar associada à exaustão de reservas de carboidratos em virtude de fatores como: excesso de florescimento, sobrecarga de frutos, redução da área foliar fotossinteticamente ativa e excessivo crescimento vegetativo (RAMOS-HURTADO *et al.*, 2006).

#### **4.2 Efeito da Concentração do Biofertilizante Agrobio no Número e Diâmetro de Frutos de Tangerina Ponkan Determinados pelo Método do Quadrado**

Os dados foram obtidos através de anotações mensais, realizadas em janeiro, fevereiro e março, por meio do uso de uma moldura quadrada de 0,64 m<sup>2</sup>, colocada a uma altura pré-determinada nos quatro lados da copa da planta, registrando-se o número de frutos encontrados dentro dos limites da moldura e aferindo o diâmetro transversal desses frutos, após descarte dos os maiores e menores frutos.

#### 4.2.1 Efeito da concentração do biofertilizante Agrobio no número de frutos de tangerina ponkan aos 109, 145 e 177 DAPP

A Tabela 4 apresenta o número de frutos aos 109, 145 e 177 dias após a primeira pulverização com cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12 %), o controle não tratado e aplicação com FTE. Foi realizada a análise de variância para cada uma das três épocas com dois fatores (concentrações de Agrobio e localização das posições de observação) e estabelecido o contraste entre os dados pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Não houve diferença significativa entre as posições cardeais nas três observações realizadas. Os dados obtidos mostram uma redução significativa em torno de 90% no número de frutos nas plantas que receberam Agrobio a 4% em comparação ao tratamento com FTE nas três épocas e nas duas primeiras épocas, 109 e 145 DAPP, do controle. Foram observadas interações significativas entre os dois fatores aos 109 DAPP nas plantas controle e nas que receberam aplicação de 10% de Agrobio aos 154 DAPP nas plantas que receberam a aplicação de FTE. No entanto, não se constatou um padrão para essas interações. Nas plantas controle e nas que receberam aplicação de 10% de Agrobio, o maior número de frutos foi observado na posição Sul e Oeste, respectivamente. Já o maior número de frutos no tratamento que recebeu FTE foi associado à posição Leste.

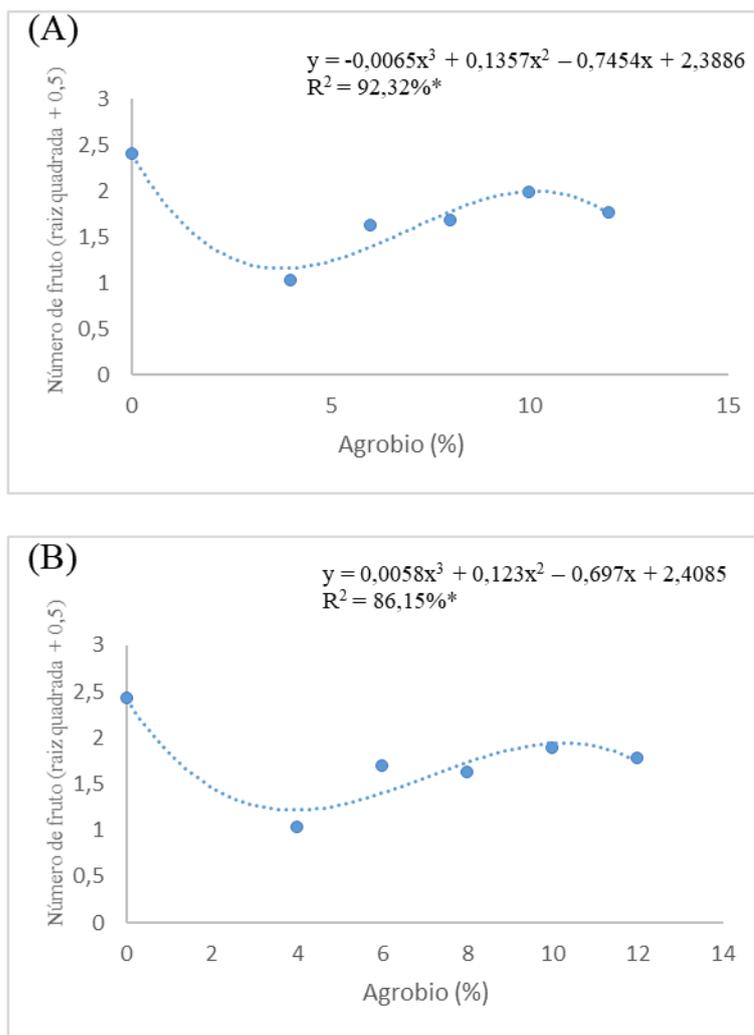
**Tabela 4.** Efeito da aplicação foliar de Agrobio aos 109, 145 e 177 DAPP (dias após a primeira pulverização) sobre o número de frutos de tangerina ponkan. As aplicações consistiram de cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um controle sem tratamento e uma aplicação de FTE. O número de frutos foi determinado por meio do método do quadrado ( $0,64 \text{ m}^2$ ) posicionado em cada uma das posições cardeais. A análise de variância foi realizada com números transformados (raiz quadrada + 0,5). Os números de frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais.

Tratamento	Número de frutos		
	109 DAPP	145 DAPP	177 DAPP
Controle	5,56 a	5,54 a	5,08 ab
Agrobio (4%)	0,69 b	0,69 b	0,71 a
Agrobio6%	2,36 ab	2,64 ab	2,32 ab
Agrobio8%	2,55 ab	2,33 ab	2,33 ab
Agrobio10%	3,98 ab	3,42 ab	3,37 ab
Agrobio12%	3,16 ab	3,10 ab	3,09 ab
FTE	6,67 a	6,77 a	5,67 a
CV1	59,54	55,12	61,14
CV2	21,13	17,78	22,26
p (tratamento)	0,0182	0,0091	0,0426
p (posição)	ns	ns	ns
p (interação)	0,0185	0,0146	ns

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ );  
CV – coeficiente de variação;  
p – probabilidade (nível de significância).

Na Figura 11, as curvas de regressão apresentam o efeito da concentração do biofertilizante Agrobio na faixa de 0 a 12% sobre o número de frutos em plantas de tangerina ponkan determinado pelo método do quadrado. Não houve diferença significativa nos dados da coleta 3 para o fator Agrobio.

Aos 109 e 145 DAPP, foram obtidas regressões cúbicas significativas para a variável números de frutos transformados (raiz quadrado + 0,5). O maior e o menor número de frutos determinados foram respectivamente, cerca de 5,2 frutos nas plantas controle e 1 fruto nas plantas tratadas com Agrobio a 4%, sugerindo um forte efeito inibitório do Agrobio nessa concentração. Aumentando-se a concentração de Agrobio, há um aumento no número de frutos que atinge um valor máximo de 3,5 frutos nas plantas tratadas com 10%. Esses dados indicam que a aplicação do Agrobio nas condições experimentais resultou em redução no número de frutos, sendo o efeito mais intenso na concentração de 4%.



**Figura 11.** Regressão do número de frutos transformado (raiz quadrada + 0,5) obtidas a partir de 6 doses de Agrobio (0, 4, 6, 8, 10 e 12%), aos 109 DAPP (dias após a primeira pulverização) (A) e aos 145 DAPP (B). Os números de frutos transformados correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais. Análise de regressão cúbica foi significativa aos 109 DAPP ( $p=0,018*$ ) e 145 DAPP ( $p=0,015*$ ).

#### 4.2.2 Efeito da concentração do biofertilizante Agrobio no diâmetro dos frutos de tangerina ponkan aos 109, 145 e 177 DAPP

A Tabela 5 apresenta os dados médios do diâmetro longitudinal dos frutos das três plantas úteis de cada parcela aos 109, 145 e 177 dias após a primeira pulverização com cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12 %), o controle não tratado e aplicação com FTE. Foi realizada a análise de variância para cada uma das três épocas com dois fatores (concentrações de Agrobio e localização das observações) e estabelecido o contraste entre os dados pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Não houve diferença significativa entre as posições cardeais nas três observações realizadas. Os dados obtidos mostram uma redução significativa em torno de 75% no diâmetro longitudinal de frutos nas plantas que receberam Agrobio a 4% em comparação às plantas controle aos 109 e 145 DAPP. Houve interação significativa entre os dois fatores aos 177 DAP apenas para a aplicação de Agrobio a 6%, onde o diâmetro longitudinal encontrado para os frutos voltados para o Oeste foi cerca de 50% daqueles voltados para o Sul.

**Tabela 5.** Efeito da aplicação foliar de Agrobio aos 109, 145 e 177 DAPP (dias após a primeira pulverização) sobre o diâmetro de frutos de tangerina ponkan. As aplicações consistiram de cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um controle sem tratamento e uma aplicação de FTE. O diâmetro longitudinal dos frutos foi determinado por meio do método do quadrado ( $0,64 \text{ m}^2$ ) posicionado em cada uma das posições cardeais. Os diâmetros dos frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais.

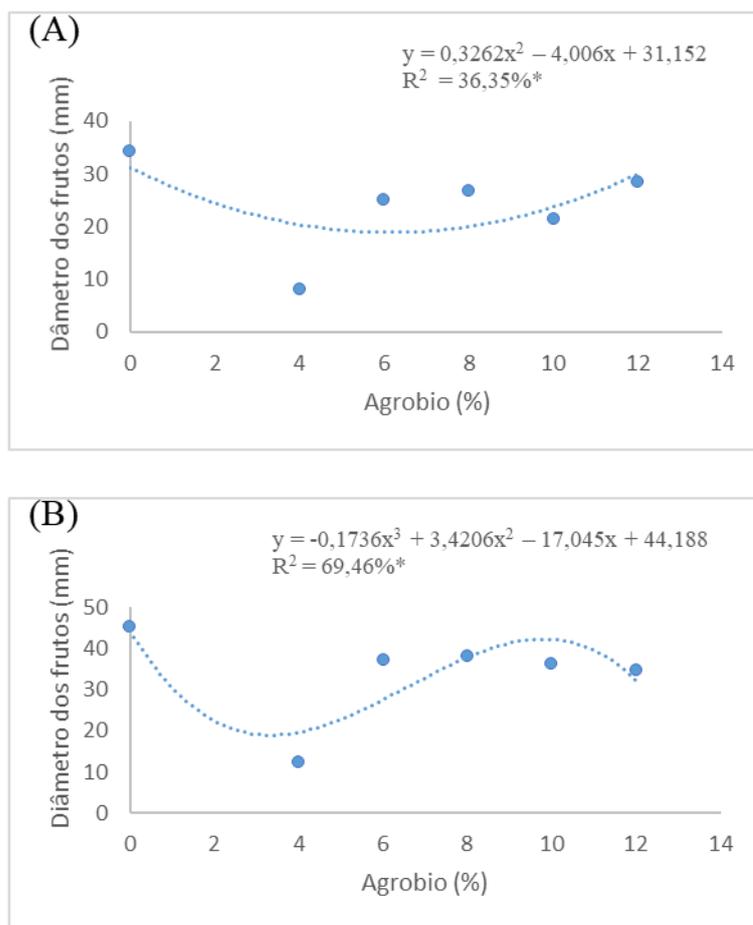
Tratamento	Diâmetro de frutos (mm)		
	109 DAPP	145 DAPP	177 DAPP
Controle	34,36 a	45,17 a	49,39 a
Agrobio (4%)	8,11 b	12,28 b	13,44 a
Agrobio6%	25,07 ab	37,24 ab	31,84 a
Agrobio8%	26,71 ab	38,14 ab	40,08 a
Agrobio10%	21,34 ab	36,11 ab	37,92 A
Agrobio12%	28,51 ab	34,75 ab	38,63 A
FTE	27,04 ab	39,30 ab	42,07 A
CV1	86,79	74,73	91,07
CV2	31,38	27,23	27,5
p (tratamento)	0,071	0,055	ns
p (posição)	ns	ns	ns
p (interação)	ns	ns	0,036

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ );  
CV – coeficiente de variação;  
p – probabilidade (nível de significância).

Na Figura 12, as curvas de regressão apresentam o efeito da concentração do biofertilizante Agrobio na concentração de 0 a 12% sobre o diâmetro longitudinal de frutos em plantas de tangerina ponkan observados pelo método do quadrado. Não houve diferença significativa nos dados da coleta 3 para o fator Agrobio.

Aos 109 e 145 DAPP, foram obtidas respectivamente, regressões quadrática e cúbica significativas. Os maiores diâmetros dos frutos, em torno de 31 e 44 mm, foram observados nas plantas não tratadas (controle) aos 109 e 145 DAPP, respectivamente. Semelhante ao observado para o número de frutos há uma redução do diâmetro nas menores concentrações de Agrobio, 6,2 % de Agrobio na primeira coleta e 3,3% na segunda coleta, quando foram determinados

diâmetros longitudinais de cerca de 19 mm. À medida que aumenta a concentração de Agrobio, há uma recuperação no tamanho dos frutos, observando-se os maiores valores do diâmetro longitudinal de 30 mm nas plantas tratadas com 12% de Agrobio aos 109 DAPP e de 42,3 mm nas tratadas com 10% de Agrobio aos 145 DAPP. A aplicação do biofertilizante promoveu uma redução no tamanho dos frutos, principalmente nas menores concentrações de Agrobio, quando foram observados decréscimos em torno de 40 e 57% em relação ao controle aos 109 e 145 DAPP, respectivamente. Diferente do observado para número de frutos, ao aumentar a concentração de Agrobio para 12 % na primeira coleta e 10% na segunda coleta, os diâmetros longitudinais dos frutos alcançam valores mais próximos ao controle.



**Figura 12.** Regressão do diâmetro longitudinal de frutos obtidas a partir de 6 doses de Agrobio (0, 4, 6, 8, 10 e 12%), aos 109 DAPP (dias após a primeira pulverização), (A) e aos 145 DAPP (B). Os diâmetros longitudinais de frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela e de quatro posições cardeais. Análise de regressão quadrática foi significativa aos 109 DAPP ( $p=0,037*$ ) e, cúbica aos 145 DAPP ( $p=0,019*$ ).

#### 4.2.3 Efeito da concentração do biofertilizante Agrobio no número total de frutos de tangerina ponkan aos 207 DAPP

A Tabela 6 apresenta o número total de frutos de acordo associado à localização cardeal aos 207 dias após a primeira pulverização com cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12 %), o controle não tratado e aplicação com FTE. Foi realizada a análise de variância para

cada uma das três épocas com dois fatores (concentrações de Agrobio e localização das posições de observação) e estabelecido o contraste entre os dados pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). A posição Leste apresentou a maior quantidade de frutos, cerca de 50% a mais do que a média das outras posições. Os dados obtidos apontam também uma tendência ( $p=0,1$ ) de redução de aproximadamente 70% no número de frutos nas plantas que receberam Agrobio a 12% em comparação ao controle. Não houve diferença significativa para a interação entre os dois fatores.

**Tabela 6.** Efeito da aplicação foliar de Agrobio aos 207 DAPP (dias após a primeira pulverização) sobre o número total de frutos de tangerina ponkan contabilizados para cada uma das posições cardeais. As aplicações consistiram de cinco concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um controle sem tratamento e uma aplicação de FTE. A análise de variância foi realizada com números transformados (raiz quadrada + 0,5). Os números de frutos correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela em cada uma das posições cardeais.

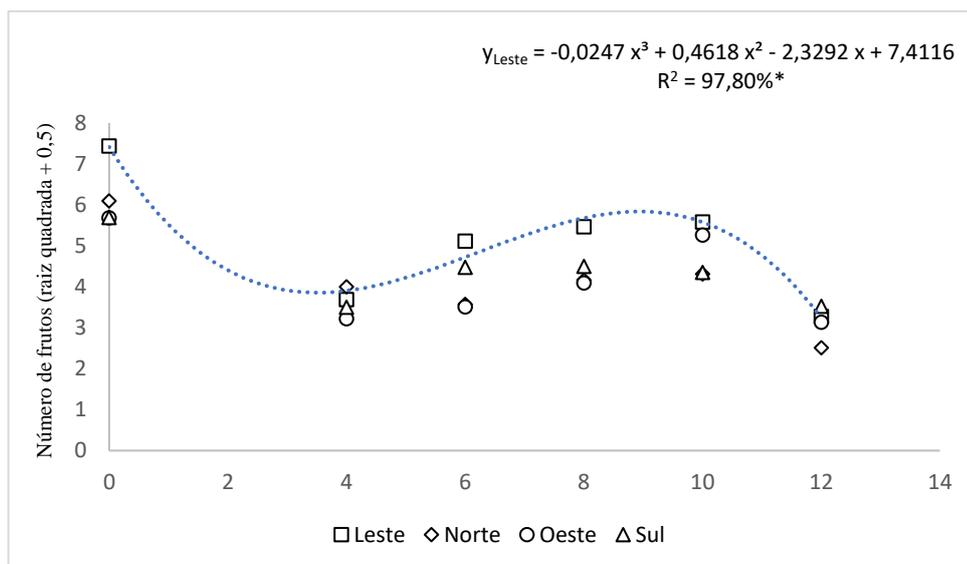
Número Total de Frutos aos 207 DAPP					
Tratamento	Posição Cardeal				
	Leste	Norte	Oeste	Sul	Média
Controle	58,83	39,17	33,83	32,39	41,06 A
Agrobio4%	13,19	17,08	10,97	12,81	13,51 Ab
Agrobio6%	27,50	12,56	13,44	22,08	18,90 Ab
Agrobio8%	32,08	17,25	17,31	21,83	22,12 Ab
Agrobio10%	37,58	20,83	33,58	21,50	28,38 Ab
Agrobio12%	10,86	6,69	11,58	13,33	10,62 B
FTE	54,58	24,83	30,50	41,83	37,94 Ab
Média	33,52 A	19,77 B	21,60 B	23,68 B	
CV1	62,82				
CV2	17,16				
p (Agrobio)	0,057				
p (posição)	0,000				
p (interação)	NS				

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 e 0,05, respectivamente;

CV – coeficiente de variação;

p – probabilidade (nível de significância).

A Figura 13 mostra a regressão da concentração do biofertilizante Agrobio na faixa de 0 a 12% sobre o número total de frutos em plantas de tangerina ponkan contabilizado para cada uma das posições cardeais. Houve ajuste significativo para regressão cúbica com o número total de frutos associados à região Leste. A maior quantidade de frutos foi observada no controle em torno de 55 frutos por planta na fração correspondente à posição Leste. A partir da regressão cúbica, observa-se as menores quantidades de frutos nas aplicações de 4 e 12% do biofertilizante, contabilizando-se cerca de 15 e 10 frutos por planta no setor Leste da árvore, respectivamente, equivalente a uma redução aproximada de 75% em relação ao controle. Estima-se que a aplicação de 9% de Agrobio aumentou em torno de 35 frutos por planta na posição Leste, o que apesar do aumento, representa uma redução de cerca de 40% em relação ao controle. Não foram observados ajustes significativos para a variável para as demais posições: Norte, Leste e Oeste.



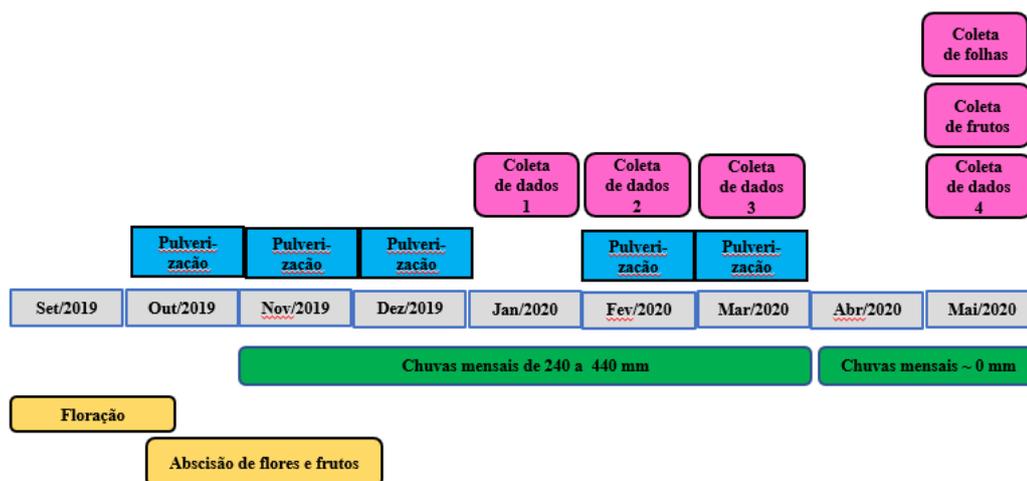
**Figura 13.** Regressão do número total de frutos transformado (raiz quadrada + 0,5) obtida a partir de 6 doses de Agrobio (0, 4, 6, 8, 10 e 12%) aos 207 dias após a primeira pulverização (DAPP), nas posições Leste, Oeste, Norte e Sul. Os números de frutos transformados correspondem as médias dos frutos de três plantas da área útil de cada parcela em cada posição cardeal. Análise de regressão cúbica foi significativa para a posição Leste ( $p=0,007$ ).

O incremento significativo relativo ao número de frutos total observado para a posição Leste (Tabela 6), que nesse experimento, está exposta a maior incidência de radiação solar, está de acordo com os resultados obtidos por Sandrini *et al.* (1990). Nesse ensaio foram avaliados a época e a intensidade de florescimento e o pegamento de frutos em laranjeiras nos diferentes quadrantes, os autores concluíram que a intensidade de insolação e a luminosidade podem assumir comportamento diferenciado sobre a planta cítrica. Cruz *et al.* (2010), contribuiu para a discussão ao afirmar em trabalhos sobre florescimento, pegamento de frutos, tamanho de frutos e produção, que de acordo com a altura de inserção do fruto na planta ou posição em relação à insolação e as características ambientais podem influenciar no crescimento dos frutos e na qualidade da produção.

Não foi verificado resultado significativo entre a média do número de frutos dos tratamentos com Agrobio e o uso do fertilizante FTE. Contudo, quando se compara ao controle com o tratamento a 12 %, há uma redução que tende a 75% de decréscimo no número de frutos. Embora no presente estudo não tenha ocorrido interação entre os tratamentos com Agrobio e as posições cardiais, Detoni *et al.* (2009b) constataram maior tamanho de frutos desenvolvidos no quadrante leste-oeste, onde ocorre maior insolação, posições nas quais o fruto apresentou maior tamanho e peso.

### 4.3 Nutrientes para o Ciclo Produtivo

A Figura 14 ilustra o passo a passo do experimento indicando momentos fisiológicos importantes na formação da safra, condições pluviométricas, etapas do manejo do experimento, permitindo visualizar de maneira sintética todo o período de estudo.



**Figura 14.** Projeção do período de execução do experimento com a representação gráfica das atividades realizadas nos respectivos meses, eventos de importância fisiológica para a produção, floração e abscisão de frutos e precipitações.

Considerando que o início do ciclo produtivo antecedeu ao período experimental, o que está de acordo com Cruz *et al.* (2007), que relata que a indução das gemas vegetativas e reprodutivas acontecem 80 a 120 antes de floração, período em que a planta está sob estresse hídrico e temperaturas mais baixas, em estado de repouso vegetativo, onde a absorção de nutrientes é reduzida. A explosão da floração logo após as primeiras chuvas de setembro antecede à correção e fertilização dos solos e dependem em alto grau da disponibilidade de minerais e carboidratos. Esse momento de grande atividade fisiológica e de demanda por nutrientes, sem o aporte externo de insumos e com a umidade do solo ainda longe da capacidade de campo, sugere que a disponibilidade de nutrientes seja proveniente das reservas da planta.

Sob essa abordagem, Mattos Jr. *et al.* (2003), em estudo sobre o conteúdo de nutrientes da biomassa em laranja Hamlin, observa que, a quantidade de macro e micronutrientes utilizados pela planta não são totalmente disponibilizados pelo aporte de adubos e sim em grande parte pela utilização de suas reservas e que essa movimentação não está restrita às folhas e sim a todos os órgãos da planta. Essa conclusão foi obtida através da quantificação dos nutrientes oriundos da biomassa de diferentes órgãos da planta e os montantes fornecidos através de adubos e mostra, que o teor de nutrientes fornecido pelos fertilizantes é insuficiente para suprir em sua totalidade a demanda da planta para a continuidade desses processos, principalmente na floração e desenvolvimento inicial dos frutinhos. Esse comportamento pode ser verificado quando se analisa os níveis de boro, que tem papel relevante no pegamento de frutos cuja maior eficiência de absorção acontece pelas raízes (MATTOS JR. *et al.*, 2003). No entanto, apenas um pequeno percentual desse elemento permanece nesse local (PAPADAKIS; DIMASSI; THERIOS, 2003) e o seu teor está diretamente relacionado a quantidade de matéria orgânica no solo (GOLDBERG; SUAREZ, 2011).

Ainda em relação a utilização das reservas da planta e a movimentação entre os locais de reserva para outros órgãos que de acordo com a fase de desenvolvimento atuam como drenos, Hippler *et al.* (2015a), citam o zinco cujo principal local de armazenamento são as raízes e as partes lenhosas da planta, mas a melhor eficiência de absorção é observada nas folhas. Em ensaio realizado para verificar a movimentação do zinco em laranja através de pulverizações, foi constatado que apenas 6% do zinco encontrado em órgãos novos da laranja, são provenientes de aportes externos e 94%, provenientes das reservas da planta (SARTORI *et al.*,

2010). Acrescenta-se ainda, que a quantidade transportada para as partes novas da planta via pulverização é significativamente menor que 1% (HIPPLER *et al.*, 2015), ficando o mineral restrito às folhas já estabelecidas, indicando a necessidade de pulverizações durante os fluxos de crescimento da planta. Esses estudos explicam porque análises foliares que apresentam baixos teores do elemento não apresentarem sintomas visuais de deficiência.

Com relação ao cobre, seu suprimento via solo não é efetivo, sendo necessário a sua aplicação foliar, mas o seu uso preventivo no tratamento de doenças em sistemas orgânicos ou convencionais, se mostra suficiente para manter o nível desejado do nutriente (HIPPLER *et al.*, 2018). Essa sobrecarga por nutrientes é um fator que pode levar a exaustão da planta (MATTOS JR. *et al.*, 2003) e a análise dos solos e de folhas é um componente importante para compreender o status nutricional da planta para suportar o surto de floração primaveril.

Nesse sentido, conferir o teor de matéria orgânica no solo, informações gerais sobre teor de elementos minerais que compõe sua fertilidade e a capacidade de disponibilizar macro e micronutrientes em fluxo contínuo a planta durante o ciclo anual é preponderante para manutenção do vigor do pomar e das safras. Análises foliares realizadas antes da implantação do experimento e após a aplicação do biofertilizante Agrobio, assim como do fertilizante FTE, mostram a variação entre os níveis de macro e micronutrientes que, no entanto, não foram significativas (Tukey = 0,5%). A partir daí foi realizada uma análise utilizando o fertigrama da análise foliar realizada antes da implantação do experimento (Figura 15), que mostra uma forte deficiência de zinco, leve deficiência em magnésio e leve excesso de ferro, de acordo com a faixa de amplitude considerada adequada para cada nutriente representado na tabela 7. Os demais nutrientes se encontram em níveis apropriados, apesar das variações observadas no gráfico, os níveis estão adequados para a planta. Essas variações são devidas ao uso do valor médio entre o limite mínimo e máximo na faixa considerada adequada para a espécie vegetal (Tabela 7).

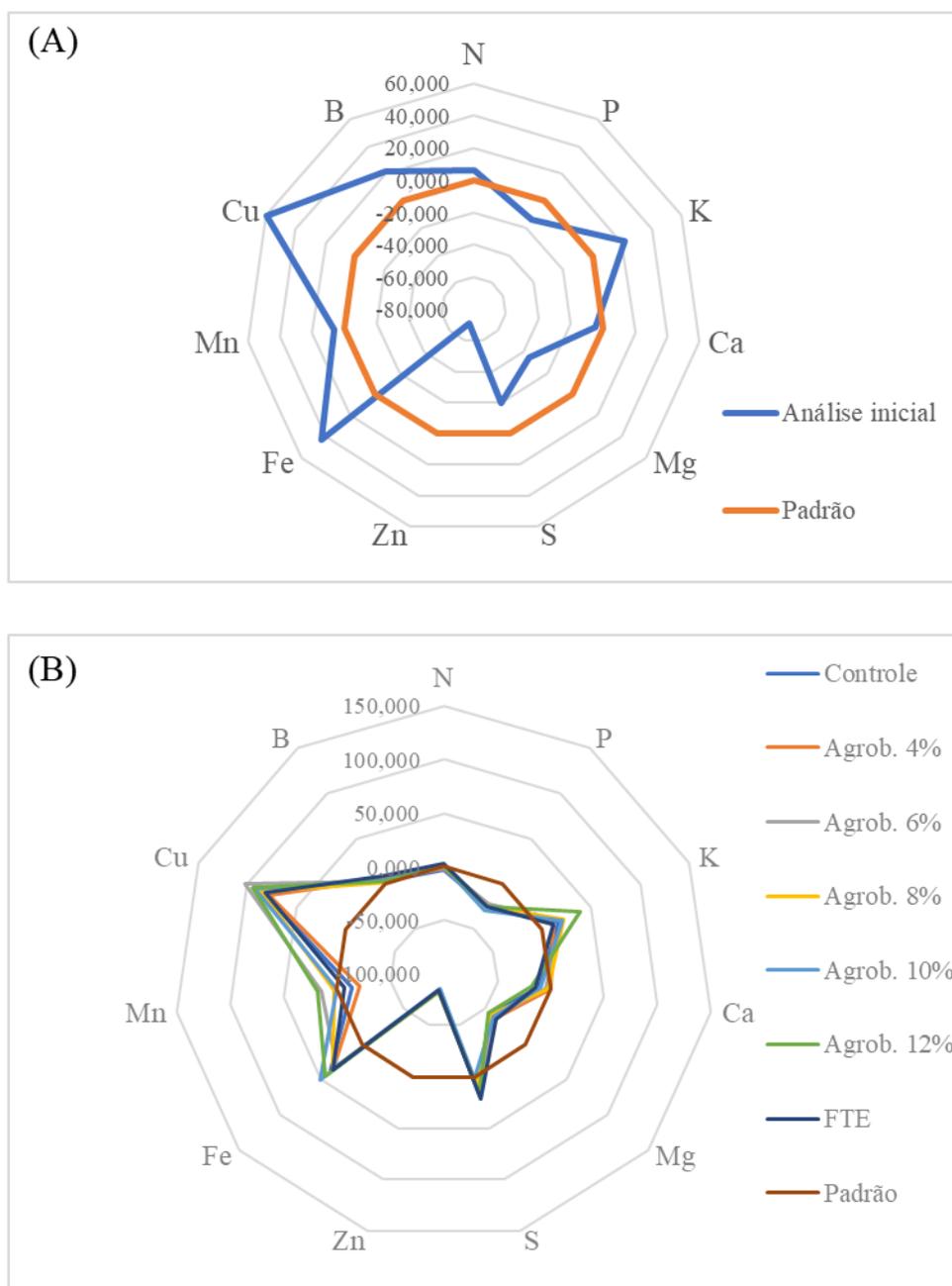
**Tabela 7.** Valores de referência para interpretação dos resultados de análise de tecido foliar.

	Elementos	Deficiência	Adequado	Excesso
dag kg <sup>-1</sup>	N	< 2,3	2,3 - 2,7	> 2,7
	P	< 0,12	0,12 - 0,16	> 0,16
	K	< 1,00	1,00 - 1,50	> 1,50
	Ca	< 3,50	3,50 - 4,50	> 4,50
	Mg	< 0,25	0,25 - 0,40	> 0,40
	S	< 0,20	0,20 - 0,30	> 0,30
mg kg <sup>-1</sup>	Zn	< 35	35 - 50	> 50
	Fe	< 50	50 - 120	> 120
	Mn	< 35	35 - 50	> 50
	Cu	< 4	04/out	> 10
	B	< 36	36 - 100	> 100

Fonte: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação.

Comparando os resultados obtidos na análise inicial com as realizadas após os tratamentos (Figura 15B) e considerando todos os tratos culturais realizados no pomar, se percebe que os níveis de zinco sofreram uma nova redução, alertando para o esgotamento das reservas da planta e a necessidade da realização de pulverizações adicionais nos fluxos vegetativos, aporte de matéria orgânica e uso de fertilizantes com fontes de zinco com boa solubilidade. Considerando que a fertilização de solos argilosos com fontes de zinco solúveis em água é muito limitada devido à alta capacidade de adsorção do elemento pelos colóides

desses solos. Nessa condição, ocorre acúmulo do elemento nas raízes e tecidos lenhosos que será disponibilizado posteriormente para as folhas (HIPPLER *et al.*, 2015).



**Figura 15.** Fertigrama obtido de análise foliar realizada em 06 de maio de 2019, período anterior a aplicação de Agrobio (A) e aos 194 DAPP (B) composto pelos valores de DPO (desvio percentual ótimo) que correspondem ao percentual dos valores da análise foliar dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) cobre (Cu) e boro (B) em relação ao valor médio da faixa de referência para cada nutriente em deficiência ou excesso (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). As folhas coletadas aos 194 DAPP foram submetidas a cinco pulverizações com Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), um tratamento com 1 aplicação com FTE e um controle sem tratamento. O padrão é a relação entre o valor desejável e o valor obtido na análise.

De acordo com os valores de referência para interpretação dos resultados de análise de tecidos foliares (Tabela 7), verifica-se que houve a manutenção dos níveis de nitrogênio, ferro, manganês e boro, aumento nos teores de potássio, enxofre e cobre em todos os tratamentos. Enxofre e cobre permaneceram na faixa adequada para a cultura e o potássio, em excesso.

Houve leve redução nos teores de cálcio, magnésio e fósforo, sendo que o cálcio permaneceu na faixa adequada para a planta, mas o fósforo e magnésio apresentaram uma leve redução e continuaram em níveis de deficiência. Não houve diferença significativa no teor de nutrientes no tecido foliar das plantas tratadas com as diferentes concentrações do biofertilizante Agrobio.

Os resultados mostram que o efeito do biofertilizante Agrobio e do FTE sobre os parâmetros produtivos da planta, número e diâmetro dos frutos, foi negativo para as pulverizações com as diferentes concentrações do biofertilizante Agrobio em relação ao controle. Essa resposta remete a um aprofundamento nas possíveis causas que levaram a esse comportamento. Nesse sentido diversos fatores podem ter contribuído para potencializar esse efeito. A Figura 11 mostra um paralelo entre a época de condução do experimento com o estágio fisiológico da planta, a execução das tarefas de condução do experimento e as condições climáticas, com a intenção de facilitar o entendimento das interações que podem ter ocorrido no decorrer do ensaio. Partindo do fato que ocorreram interações desfavoráveis a exposição ao biofertilizante, o histórico do pomar também deve ser levado em consideração.

A ocorrência de um surto de mosca negra na safra anterior deixou um alto percentual de folhas recobertas com o fungo *Campinodium citri*, causador da fumagina. Não foram encontrados estudos relacionados ao efeito do Agrobio na presença de *C. citri* ou da fumagina, porém a interação na produção de frutos tem sido proposta por diferentes autores (Pena *et al.*, 2009; MORAES *et al.*, 2013; BRAGARD *et al.*, 2018). Embora não sejam parasitas diretos, o seu crescimento escuro e denso pode reduzir consideravelmente a quantidade de luz que incide sobre os órgãos clorofilados da planta, reduzindo a capacidade de fotossíntese, a respiração, a transpiração celular e acarretar na ocorrência de alterações fisiológicas negativas associadas a taxa de assimilação fotossintética de CO<sup>2</sup>, condutância estomatal, transpiração e índices de atividade fisiológica.

Ainda seguindo a linha do tempo de condução do experimento (Figura 14), percebemos que a primeira pulverização coincide com o final da floração e início da fase de divisão celular dos frutinhos. Essa fase se prolonga até o início de novembro, quando se observa o efeito fisiológico importante, a queda fisiológica de frutinhos, que está relacionada a competição entre folhas e frutos jovens por assimilados que pode ser acentuada por fatores ambientais e estresse bióticos ou abióticos (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Esse surto de abscisão ocorre em duas etapas, a primeira de maior intensidade teve início em meados de outubro até início de novembro e a segunda de menor intensidade do final de novembro ao início de dezembro.

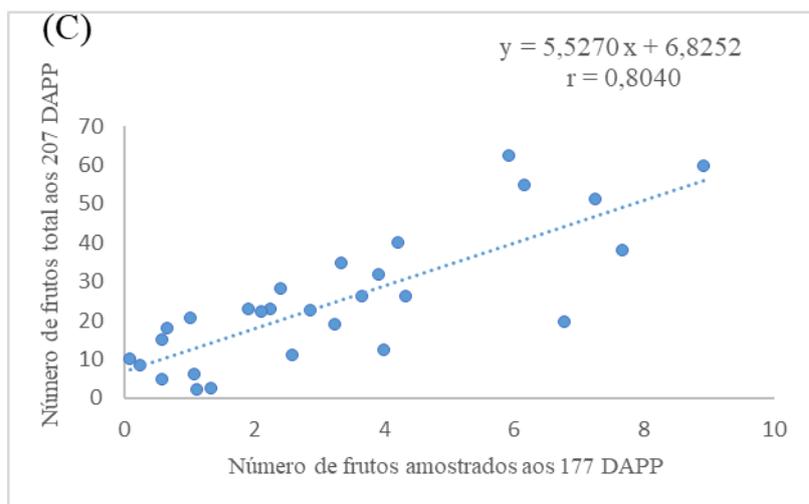
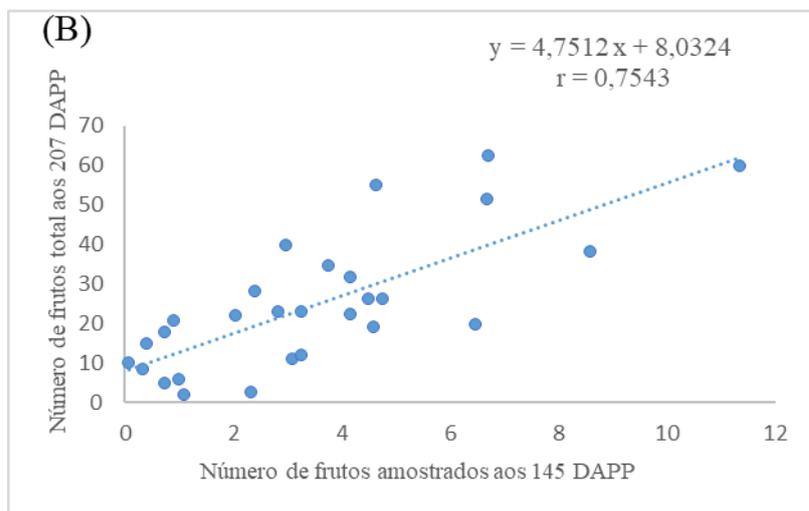
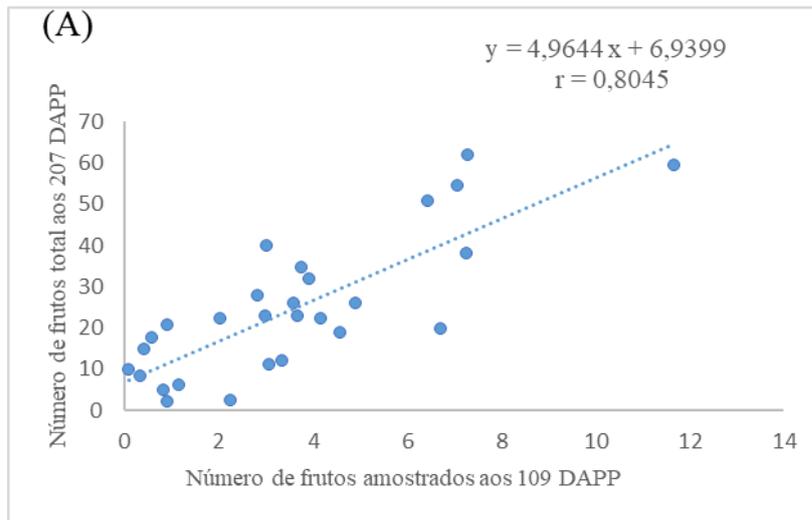
Além da competição por carboidratos, o primeiro surto de abscisão que ocorre em flores e frutinhos, possui um forte componente hormonal, no qual as giberelinas são fundamentais no processo (TALON *et al.*, 1998; RUIZ, 2001). O papel determinante das relações hormonais no processo fisiológico de abscisão também está presente no segundo surto de abscisão, no qual foi comprovado que o suprimento reduzido de carboidratos induz a abscisão através de uma sequência hormonal específica que tem o etileno como produto final (GÓMEZ-CADENAS *et al.*, 2000). Nesse contexto, vale ressaltar que a produção dos biofertilizantes obtidos através de processos fermentativos são compostos por bactérias, leveduras e bacilos, que podem possuir além dos efeitos fungicida, bactericida, nutricional, entre outros, o efeito fitormonal (SILVA *et al.*, 2007). O menor número de frutos nas plantas que receberam a pulverização com o Agrobio em comparação às plantas controle ou tratadas com FTE, pode resultar de uma interação do Agrobio com a presença do fungo ou da fumagina, talvez mediada por uma resposta hormonal. Outro ponto que deve ser considerado são as eventuais quedas de frutos provocadas por efeito

mecânico, derivados da pressão de pulverização que foi realizada apenas nas parcelas sob tratamento com Agrobio, permanecendo as parcelas controle e com fertilização via solo livres desse possível dano. Enfim, além da variável climática, a ocorrência da mosca negra dos citros e dos fungos associados à sua ocorrência, que foram comuns ao pomar, à época, a frequência de aplicação e a concentração do tratamento utilizado e efeitos associados a esses fatores, geraram interações que responderam de maneira negativa sobre a produção analisada. Porém em função dessa complexidade, representada pela interação desses fatores com fatores ambientais e genéticos inerentes as plantas, o efeito do Agrobio descrito nesse estudo demanda novas avaliações.

#### **4.4 Estimativas de Número e Massa Fresca Total de Frutos de Tangerina Ponkan**

##### **4.4.1 Correlação entre os números de frutos amostrados aos 109, 145 e 177 DAPP e o número de frutos total aos 207 DAPP**

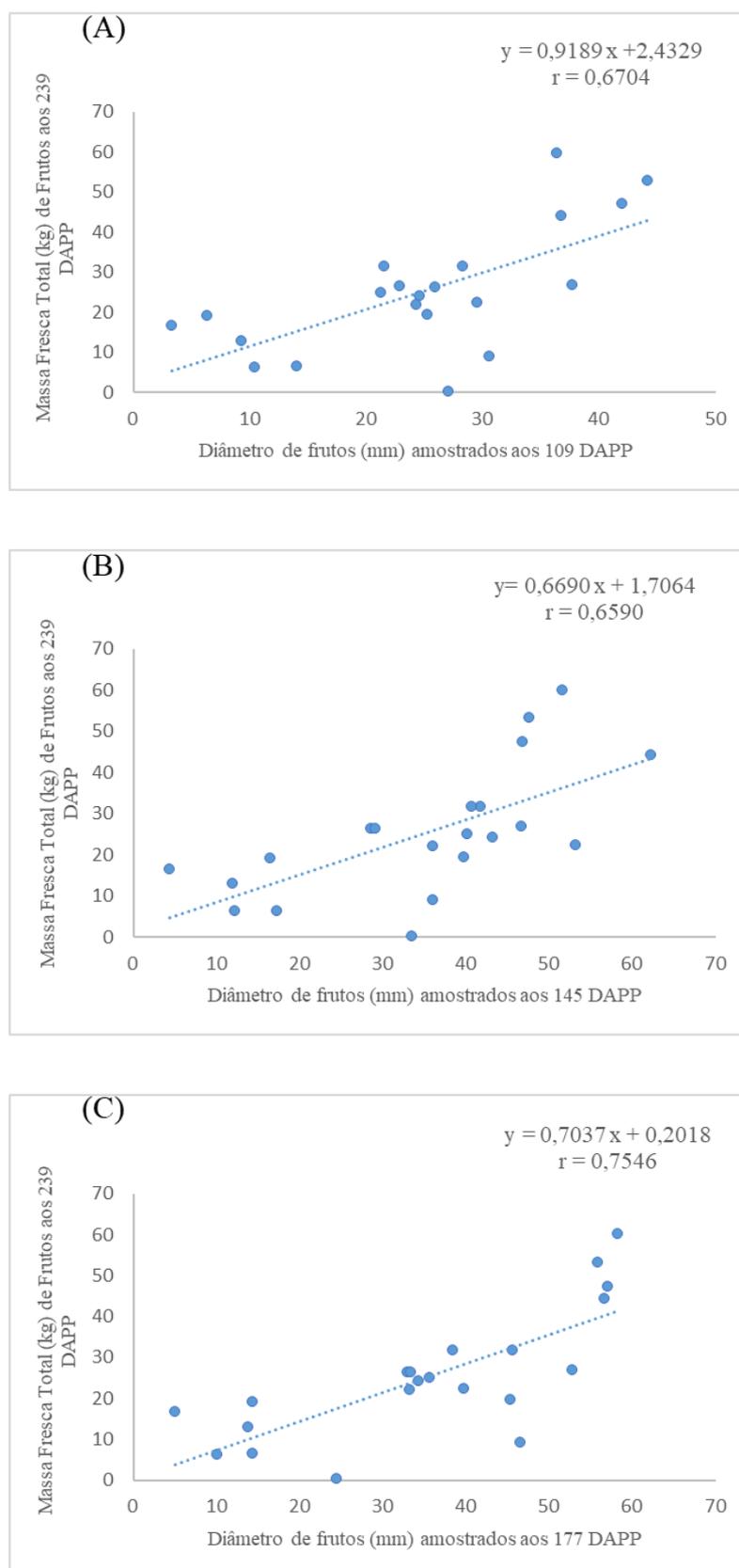
A Figura 16 apresenta as correlações entre o número de frutos total aos 207 DAPP (dias após a primeira pulverização) e o número de frutos amostrados pelo método do quadrado aos 109 DAPP (A), 145 DAPP (B) e 177 DAPP (C). As equações apresentaram  $r=0,804$  (109 e 177 DAPP) e  $r=0,754$  (145 DAPP) e foram altamente significativas ( $p=0,01$ ). A partir dos valores médios dos três tempos amostrados foi obtida uma equação de primeira ordem:  $y=5,207x+6,79$ . Essa equação permite estimar o número de frutos total da tangerina ponkan a partir do método do quadrado com cerca de 4 meses de antecedência da colheita final.



**Figura 16.** Correlação entre o número de frutos total determinado aos 207 dias após a primeira pulverização (DAPP) e o número de frutos determinado pelo método do quadrado aos 109 DAPP (A), aos 145 DAPP (B) e aos 177 DAPP (C). Nível de significância:  $p=0,01$  para as 3 curvas.

#### **4.4.2 Correlação entre os diâmetros de frutos amostrados aos 109, 145 e 177 DAPP e a massa fresca total de frutos aos 239 DAPP**

A Figura 17 apresenta as correlações entre a massa fresca total de frutos coletados aos 207 DAPP (dias após a primeira pulverização) e os diâmetros longitudinais de frutos amostrados pelo método do quadrado aos 109 DAPP (A), 145 DAPP (B) e 177 DAPP (C). As equações apresentaram  $r=0,670$  (109 DAPP),  $r=0,663$  (145 DAPP) e  $r=0,755$  (177 DAPP) e foram altamente significativas ( $p=0,01$ ). A partir dos valores médios dos três tempos amostrados foi obtida uma equação de primeira ordem:  $y=0,7971x-0,1559$ . Essa equação permite estimar a massa fresca total de frutos da tangerina ponkan a partir do método do quadrado com cerca de 4 meses de antecedência da colheita final.

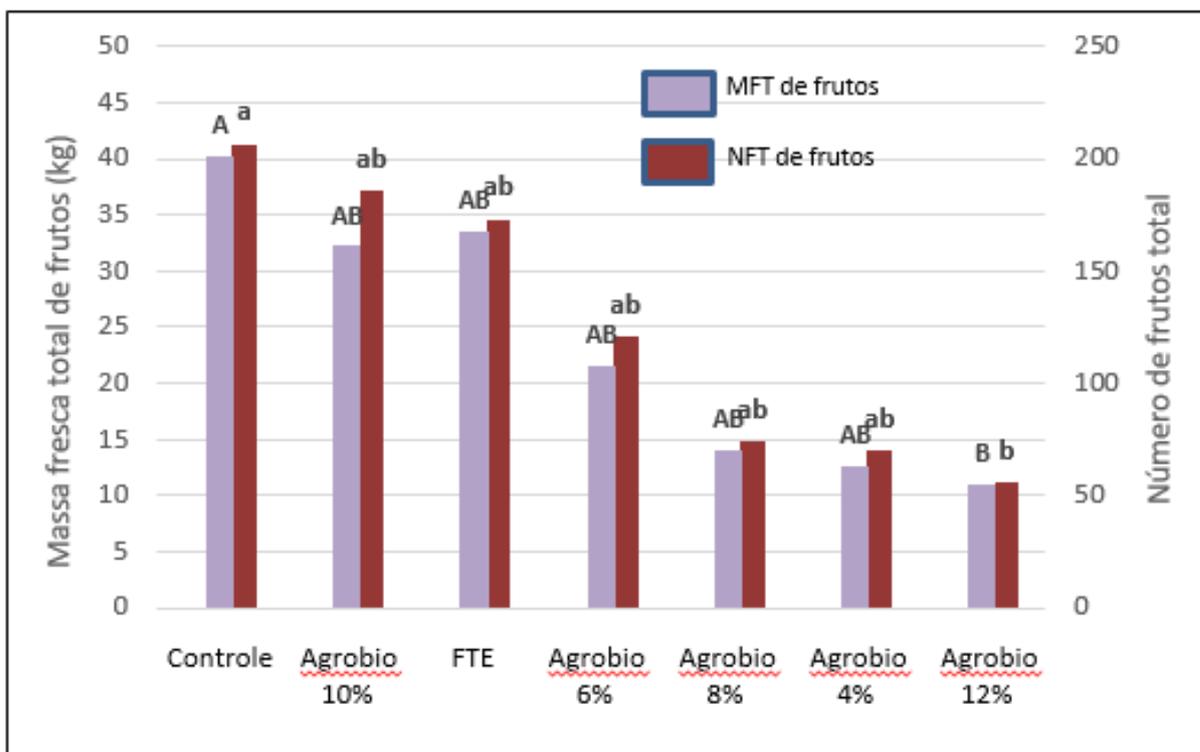


**Figura 17.** Correlação entre a massa fresca total de frutos determinado aos 239 dias após a primeira pulverização (DAPP) e o diâmetro de frutos determinado pelo método do quadrado aos 109 DAPP (A), aos 145 DAPP (B) e aos 177 DAPP (C). Todas as correlações foram altamente significativas ( $p=0,01$ ).

Ambas as correlações altamente significativas podem ser utilizadas para estimar a produção de frutos total, número e massa fresca, a partir da primeira amostragem realizada aos 109 DAPP ou cerca de 4 meses de antecedência à colheita. Ribeiro *et al.* (2008), a partir de um estudo em que foi avaliada a floração de plantas de laranja valência com o objetivo de estimar através da florada o potencial de produção de determinada área, concluíram que avaliações realizadas em 0,5 metro quadrado da copa de 5 plantas de dois lados da copa é capaz de fornecer uma estimativa confiável da produção.

#### 4.5 Produção de Massa Fresca e Número de Frutos

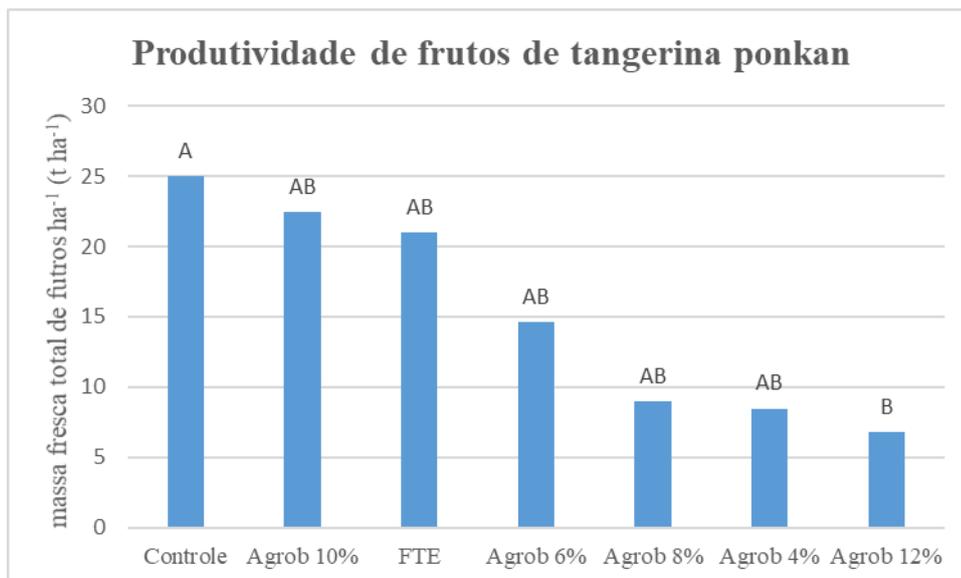
A Figura 18 apresenta dos dados de produção comercial de tangerina ponkan: matéria fresca e número de frutos comerciais. O controle foi superior em cerca de 70% ao tratamento com Agrobio a 12% para ambas as variáveis. Não houve diferença significativa entre os demais tratamentos.



**Figura 18.** Massa fresca total (MFT) e número total (NFT) de frutos comerciais aos 239 dias após a primeira pulverização (DAPP) com biofertilizante Agrobio. Diferenças significativas (Tukey a 10%) entre os tratamentos com diferentes concentrações de Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), FTE e controle são indicadas por letras maiúsculas (MFT) e minúsculas (NFT).

CV (MFF) = 47,31%; CV (NF) = 47,28%.

A produtividade / média do estado de Minas Gerais está em torno de 25 toneladas por hectare, resultado obtido pelo controle e próximo aos valores obtidos com os tratamentos de Agrobio a 10% e com FTE.



**Figura 19.** Produtividade (t ha<sup>-1</sup>) de tangerina ponkan (massa fresca total de frutos) pulverizada com diferentes concentrações do biofertilizante Agrobio (4, 6, 8, 10 e 12%), aplicação de FTE e controle. Letras minúsculas indicam diferenças significativas (Tukey a 10%) entre os tratamentos; CV = 47,31%.

## 5 CONCLUSÕES

O tratamento com Agrobio a 12% promoveu uma redução na produção de frutos de tangerina ponkan de cerca de 70% em relação ao controle.

Os tratamentos com Agrobio a 10% e FTE mostram valores similares entre si para a massa fresca de frutos em torno de 36 kg para as três plantas da área útil.

As amostragens do número e diâmetro de frutos pelo método do quadrado correlacionaram positivamente com o número e massa fresca de frutos comerciais, respectivamente, e foram altamente significativas ( $p=0,01$ ).

A produção de frutos foi dependente da seção da árvore de acordo com a posição cardinal. O número de frutos voltado para o Leste foi cerca de um terço do número total de frutos produzidos é em torno de 65% superior à média de frutos voltada às demais posições.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos pela pulverização com o biofertilizante Agrobio na produção da tangerina ponkan indicam a necessidade de realizar estudos complementares para determinar as melhores épocas e frequência de pulverização. A aplicação de biofertilizantes na cultura da tangerina ponkan está condicionada a vários fatores bióticos e abióticos o que torna difícil a avaliação a partir dos resultados obtidos somente de uma safra agrícola.

A metodologia do uso do quadrado de área determinada para estimar com antecedência a produção final da área cultivada com tangerina ponkan, é bastante promissora, mas precisa ser validada visando à determinação do número de plantas que devem ser amostradas.

Foi estabelecido também que a produção voltada para a posição Leste é superior às demais e pode ser utilizada para definir o posicionamento de um novo pomar contribuindo para o aumento da produtividade.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AABDA. **Calendario Biodinámico 2018: para la planificación del agricultor.** [S. l.]: AABDA - Asociación para la Agricultura Biológico-dinámica de Argentina, 2018.

AAO - AGRICULTURA ORGÂNICA. **Agricultura Orgânica - O que é Agricultura Orgânica.** [s. l.], 2021. Disponível em: <http://aao.org.br/aao/agricultura-organica.php>. Acesso em: 21 jan. 2022.

ABOBATTA, W. F. Biofertilizers and citrus cultivation. **MOJ Ecology & Environmental Sciences**, v. 5, n. 4, p. 171–176, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15406/mojes.2020.05.00190>

AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. **Journal of King Saud University - Science**, v. 26, n. 1, p. 1–20, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>

ALMEIDA, A. de; CORREIA, M. E. F. Efeito de restos da cultura do abacaxizeiro e de agrobio na fauna do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. spe, p. 1610–1616, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000700004>

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** [S. l.]: Expressão Popular, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://www.expressaopopular.com.br/loja/produto/agroecologia-bases-cientificas-para-uma-agricultura-sustentavel/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. **AGROECOLOGÍA: Teoría y práctica para una agricultura sustentable.** 1. ed. México: PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2000.

ALVIM, R. G.; AGUIAR-MENEZES, E. de L.; LIMA, A. F. de. Dissemination of *Aleurocanthus woglumi* in citrus plants, its natural enemies and new host plants in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 11, p. 1891–1897, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151101>

AMASINO, R. Seasonal and developmental timing of flowering. **The Plant Journal**, v. 61, n. 6, p. 1001–1013, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04148.x>

ARAÚJO, P. S. R. de; MOURÃO FILHO, F. de A. A.; SPOSITO, M. B. PEGAMENTO DE FRUTOS DE LARANJEIRA 'PERA' EM DIFERENTES ALTURAS NA COPA RELACIONADO AOS QUADRANTES GEOGRÁFICOS. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 1, p. 157–162, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000100022>

ATIENO, M. *et al.* Assessment of biofertilizer use for sustainable agriculture in the Great Mekong Region. **Journal of Environmental Management**, v. 275, p. 111300, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111300>

BAKKER, M. G.; SCHLATTER, D. C.; OTTO-HANSON, L.; KINKEL, L. L. Diffuse symbioses: roles of plant-plant, plant-microbe and microbe-microbe interactions in structuring

the soil microbiome. **Molecular Ecology**, v. 23, n. 6, p. 1571–1583, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mec.12571>

BAREA, J. M.; AZCÓN, R.; AZCÓN-AGUILAR, C. Interactions Between Mycorrhizal Fungi and Bacteria to Improve Plant Nutrient Cycling and Soil Structure. In: VARMA, A.; BUSCOT, F. (org.). **Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. (Soil Biology).p. 195–212. *E-book*. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/3-540-26609-7\\_10](https://doi.org/10.1007/3-540-26609-7_10). Acesso em: 21 jan. 2022.

BENNICI, S.; LAS CASAS, G.; DISTEFANO, G.; GENTILE, A.; LANA, G.; DI GUARDO, M.; NICOLOSI, E.; LA MALFA, S.; CONTINELLA, A. Rootstock Affects Floral Induction in Citrus Engaging the Expression of the FLOWERING LOCUS T (CiFT). **Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 140, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture11020140>

BENOIT, J. B.; DENLINGER, D. L. Meeting the challenges of on-host and off-host water balance in blood-feeding arthropods. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, n. 10, p. 1366–1376, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.02.014>

BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário**. [S. l.]: Embrapa, 2003. p. 191–215. *E-book*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076651/controle-de-doencas-de-plantas-com-agentes-de-controle-biologico-e-outras-tecnologias-alternativas>. Acesso em: 21 jan. 2022.

BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 28, n. 4, p. 1327–1350, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>

BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187–190, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>

BOSCAN MARTINEZ, N. Biología de la mosca prieta de los citricos Aleurocanthus Woglumi Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en el campo. **Agronomia Tropical**, v. 31, n. 16, p. 211–218, 1981.

BOWEN, G. D.; ROVIRA, A. D. The Rhizosphere and Its Management To Improve Plant Growth. **Advances in Agronomy**, v. 66, p. 1–102, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60425-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60425-3)

BRAGARD, C. *et al.* Pest categorisation of Aleurocanthus spp. **EFSA Journal**, v. 16, n. 10, p. e05436, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5436>

BRASIL. **Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2003. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm)

BRASIL. **LEI Nº 12.188, DE 11 DE JANEIRO DE 2010**. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária - PNATER e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária - PRONATER, altera a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993,

e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112188.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112188.htm). Acesso em: 21 jan. 2022.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 18 de 20 de Junho de 2014 (Selo Federal do SisOrg)**Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-50-de-05-de-novembro-de-2009-selo-federal-do-sisorg.pdf/view>. Acesso em: 27 ago. 2021.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2. ed. Piracicaba-SP: Esalq, 2016.

COELHO, Y. S.; NEGRI, J. D.; SILVA, J. M. M.; ALVARENGA, L. R.; PORTO, O. M. **Tangerina para exportação: aspectos técnicos - da produção**. Brasília-DF: Embrapa - SPI, 1996.

COMISSÃO EUROPEIA. **Os produtos biológicos em poucas palavras**. [s. l.], 2021. Text. Disponível em: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organics-glance\\_pt](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organics-glance_pt). Acesso em: 21 jan. 2022.

CRUZ, M. do C. M. da; RAMOS, J. D.; OLIVEIRA, D. L. de; MARQUES, V. B.; VILLAR, L. Características físico-químicas da tangerina “ponkan” submetida ao raleio químico em relação à disposição na copa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 37–42, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000100004>

CRUZ, M. C. M.; ROCHA, R. H. C.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. Avaliação do potencial hídrico foliar, umidade do solo e temperatura do ar no período pré-florescimento dos citros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1291–1296, 2007.

DAVENPORT, T. L. Citrus Flowering. *In*: JANICK, J. (org.). **Horticultural Reviews**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2011. p. 349–408. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118060858.ch8>. Acesso em: 22 jan. 2022.

DELEITO, C. S. R.; CARMO, M. G. F. do; FERNANDES, M. do C. de A.; ABOUD, A. C. de S. Biofertilizante agrobio: uma alternativa no controle da mancha bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1035–1038, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000400010>

DETONI, A. M.; HERZOG, N. F. M.; OHLAND, T.; KOTZ, T.; CLEMENTE, E. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina “Ponkan” cultivada no oeste do Paraná. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 624–628, 2009 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542009000200041>

DETONI, A. M.; HERZOG, N. F. M.; OHLAND, T.; KOTZ, T.; CLEMENTE, E. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina “Ponkan” cultivada no oeste do Paraná. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 624–628, 2009 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000200041>

ENDO, T.; SHIMADA, T.; NAKATA, Y.; FUJII, H.; MATSUMOTO, H.; NAKAJIMA, N.; IKOMA, Y.; OMURA, M. Abscisic acid affects expression of citrus FT homologs upon floral

induction by low temperature in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Tree Physiology**, v. 38, n. 5, p. 755–771, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx145>

ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos da tangerineira “Poncã” (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 657–661, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000300016>

FERNANDES, M. C. A. **Defensivos Alternativos: ferramenta para uma agricultura ecológica, não poluente, produtora de alimentos saudáveis**. [S. l.]: PESAGRO-RIO, 2013. Disponível em: [http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/publicacao/IT34\\_defensivos.pdf](http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/publicacao/IT34_defensivos.pdf). Acesso em: 21 jan. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–112, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FONSECA, M. F. A. C. **Agricultura Orgânica: Regulamentos técnicos e acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil**. Niterói-RJ: PESAGRO-RIO, 2009. *E-book*. Disponível em: [https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Agricultura\\_Organica.pdf](https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Agricultura_Organica.pdf). Acesso em: 21 jan. 2022.

GARCIA-LUIS, A.; ALMELA, V.; MONERRI, C.; AGUSTÍ, M.; GUARDIOLA, J. L. Inhibition of flowering in vivo by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. **Physiologia Plantarum**, v. 66, n. 3, p. 515–520, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1986.tb05960.x>

GARCÍA-RUIZ, R.; OCHOA, M. V.; HINOJOSA, M. B.; GÓMEZ-MUÑOZ, B. Improved soil quality after 16 years of olive mill pomace application in olive oil groves. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 3, p. 803–810, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0080-7>

GARMENDIA, A.; BELTRÁN, R.; ZORNOZA, C.; GARCÍA-BREIJO, F. J.; REIG, J.; MERLE, H. Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: A systematic review. **PLOS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0223147, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223147>

GOLDBERG, S.; SUAREZ, D. L. Distinguishing Boron Desorption from Mineral Dissolution in Arid-Zone Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 75, n. 4, p. 1347–1353, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0439>

GOLDSCHMIDT, E. E.; ASCHKENAZI, N.; HERZANO, Y.; SCHAFFER, A. A.; MONSELISE, S. P. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. **Scientia Horticulturae**, v. 26, n. 2, p. 159–166, 1985. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(85\)90008-1](https://doi.org/10.1016/0304-4238(85)90008-1)

GOMES, A. M. S. do V.; REIS, F. de O.; LEMOS, R. N. S. de; MONDEGO, J. M.; BRAUN, H.; ARAUJO, J. R. G. Physiological characteristics of citrus plants infested with citrus blackfly. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, n. 2, p. 119–123, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.02.002>

GÓMEZ-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; TADEO, F. R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. **Planta**, v. 210, n. 4, p. 636–643, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s004250050054>

GONÇALVES, M. da S. **Flutuação populacional da mosca-negra-dos-citros, Aleurocanthus woglumi (Hemiptera: aleyrodidae) e de seus inimigos naturais em um plantio de citros, Manaus, Amazonas, Brasil**. 2013. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM, 2013. Disponível em: <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1253>. Acesso em: 22 jan. 2022.

GUARDIOLA, J. L. Competition for carbohydrates and fruit set. **Citrus Res. and Educ.**, p. 43–61, 1997.

GUARDIOLA, J. L.; GARCÍA-LUIS, A. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Growth Regulation**, v. 31, n. 1, p. 121–132, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1006339721880>

GUARDIOLA, J. L.; GARCIA-MARI, F.; AGUSTI, M. Competition and fruit set in the Washington navel orange. **Physiologia Plantarum**, v. 62, n. 3, p. 297–302, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1984.tb04576.x>

HIGA, T. **Effective microorganisms: a biotechnology for mankind**. Washington - USA: International Conference of Kyusei Nature Farming, 1991.

HIPPLER, F. W. R.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; BOARETTO, A. E.; ABREU-JUNIOR, C. H.; JR, D. M. Uptake and Distribution of Soil Applied Zinc by Citrus Trees—Addressing Fertilizer Use Efficiency with <sup>68</sup>Zn Labeling. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, p. e0116903, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116903>

HIPPLER, F. W. R.; BOARETTO, R. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS-JR, D. de. Copper supply and fruit yield of young Citrus trees: fertiliser sources and application methods. **Bragantia**, v. 77, n. 2, p. 365–371, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017125>

HOWARD, A. **Um Testamento Agrícola**. [S. l.]: Expressão Popular, 2007.

IBGE. **Tabela 6854: Número de estabelecimentos agropecuários, por tipologia, uso de agricultura orgânica ou pecuária orgânica, associação do produtor à cooperativa e/ou à entidade de classe, origem da orientação técnica recebida e grupos de área total**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6854#notas-tabela>. Acesso em: 11 nov. 2021.

IGLESIAS, D. J.; CERCÓS, M.; COLMENERO-FLORES, J. M.; NARANJO, M. A.; RÍOS, G.; CARRERA, E.; RUIZ-RIVERO, O.; LLISO, I.; MORILLON, R.; TADEO, F. R.; TALON, M. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 333–362, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400006>

IGLESIAS, D.; TADEO, F.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. **Tree physiology**, v. 23, n. 3, p. 199–204, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/treephys/23.3.199>

KHAN, M. R. G.; AI, X.-Y.; ZHANG, J.-Z. Genetic regulation of flowering time in annual and perennial plants. **Wiley interdisciplinary reviews. RNA**, v. 5, n. 3, p. 347–359, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wrna.1215>

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. 1. ed. Botucatu-SP: Agroecológica, 2001.

KLEYDEJANY, L.; RAIMUNDA, N.; FABÍOLA, R.; SILVA, E.; MESQUITA, M.; JOSÉ, R. Insecticidal activity of *Azadirachta indica* A. Juss. extracts on *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 11, n. 13, p. 260–263, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/JMPR2016.6279>

KOUR, D.; RANA, K. L.; YADAV, A. N.; YADAV, N.; KUMAR, M.; KUMAR, V.; VYAS, P.; DHALIWAL, H. S.; SAXENA, A. K. Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 23, p. 101487, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101487>

KRAJEWSKI, A. J.; RABE, E. Citrus flowering: A critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, v. 70, n. 3, p. 357–374, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14620316.1995.11515306>

LIMA, B. G.; FARIAS, P. R. S.; RAMOS, E. M. L. S.; SALES, T. D. M.; SILVA, A. G. D. ECONOMIC INJURY LEVEL OF CITRUS BLACK-FLY IN COMMERCIAL ‘PERA-RIO’ ORANGE AREA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017461>. Acesso em: 22 jan. 2022.

LORD, E. M.; ECKARD, K. J. Shoot Development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange). I. Floral and Inflorescence Ontogeny. **Botanical Gazette**, v. 146, n. 3, p. 320–326, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/337531>

LOVATT, C. J.; ZHENG, Y.; HAKE, K. D. Demonstration of a Change in Nitrogen Metabolism Influencing Flower Initiation in Citrus. **Israel Journal of Botany**, v. 37, n. 2–4, p. 181–188, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0021213X.1988.10677098>

MANGALASSERY, S.; KALAIVANAN, D.; PHILIP, P. S. Effect of inorganic fertilisers and organic amendments on soil aggregation and biochemical characteristics in a weathered tropical soil. **Soil and Tillage Research**, v. 187, p. 144–151, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.008>

MARCILIO, H. D. C.; RAMOS, M. J. M.; ANDRADE, A. L. de; SILVA, E. C. da; SANTOS, C. C. dos. Efeito de biofertilizante no crescimento e na produção da bananeira “farta velhaco”, no sudoeste de mato grosso. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 131–135, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v4i2.267>

MARTÍNEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C.; REIG, C.; AGUSTÍ, M. Timing of the inhibitory effect of fruit on return bloom of ‘Valencia’ sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 11, p. 1936–1943, 2010 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4038>

MARTÍNEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C.; REIG, C.; AGUSTÍ, M. Timing of the inhibitory effect of fruit on return bloom of “Valencia” sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 11, 2010 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4038>

MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOZAKI, I. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Scientia Horticulturae**, v. 4, n. 73, p. 203–211, 1998.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 1, p. 155–160, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162003000100023>

MEAGHER, R. L.; FRENCH, J. V. AUGMENTATION OF PARASITIDS FOR BIOLOGICAL CONTROL OF CITRUS BLACKFLY IN SOUTHERN TEXAS. **Florida Entomologist**, v. 87, n. 2, p. 186–193, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2004\)087\[0186:AOPFBC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2004)087[0186:AOPFBC]2.0.CO;2)

MEDEIROS, M. B. de; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A. Biofertilizantes líquidos : processo trobafóbico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 38–44, 2003.

MEDEIROS, F. R.; LEMOS, R. N. S. de; OTTATI, A. L. T.; ARAÚJO, J. R. G.; MACHADO, K. K. G.; RODRIGUES, A. A. C. Dinâmica populacional da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* ashby (hemiptera: aleyrodidae) em *Citrus* spp. no município de São Luís - MA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1016–1021, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000400014>

MEDEIROS, F. R.; LEMOS, R. N. S.; RODRIGUES, A. A. C.; BATISTA FILHO, A.; OLIVEIRA, L. J. M. G.; ARAÚJO, J. R. G. Occurrence of *Purpureocillium lilacinum* in citrus black fly nymphs. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 2, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018237>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273320866\\_Biofertilizantes\\_liquidos\\_e\\_sustentabilidade\\_agricola\\_Liquid\\_biofertilizers\\_and\\_agricultural\\_sustainability](https://www.researchgate.net/publication/273320866_Biofertilizantes_liquidos_e_sustentabilidade_agricola_Liquid_biofertilizers_and_agricultural_sustainability). Acesso em: 21 jan. 2022.

MEHOUACHI, J.; IGLESIAS, D. J.; TADEO, F. R.; AGUSTIÁ, M.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. The role of leaves in citrus fruitlet abscission: Effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 75, n. 1, p. 79–85, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14620316.2000.11511204>

MEHOUACHI, J.; SERNA, D.; ZARAGOZA, S.; AGUSTI, M.; TALON, M.; PRIMO-MILLO, E. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. **Plant Science**, v. 107, n. 2, p. 189–197, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(95\)04111-7](https://doi.org/10.1016/0168-9452(95)04111-7)

MORAES, B. C.; OLIVEIRA, J. V.; MAIA, W. J. M. S.; FERREIRA, D. B. S.; SOUZA, E. B. DINÂMICA BIOCLIMÁTICA DA MOSCA NEGRA DOS CITRUS NO BRASIL. **Revista**

**Brasileira de Climatologia**, v. 13, n. 9, p. 51–59, 2013. Disponível em:  
<https://doi.org/10.5380/abclima.v13i0.32006>

MORAES, C.; SANTOS, L. O. Enzimologia: Ensaio enzimáticos. *In*: MORAES, C. S.; MAYER JÚNIOR, F. O. R.; MASSON, G.; REBELLO, K. M.; SANTOS, L. O.; BASTOS, N. F. P.; FARIA, R. C. R. (org.). **Métodos experimentais no estudo de proteínas**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ: Fiocruz, 2013. (Série em Biologia Celular e Molecular.)v. 1p. 1–84.

MOSS, G. I. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). **Journal of Horticultural Science**, v. 46, n. 2, p. 177–184, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00221589.1971.11514396>

MUÑOZ-FAMBUENA, N.; MESEJO, C.; CARMEN GONZÁLEZ-MAS, M.; PRIMO-MILLO, E.; AGUSTÍ, M.; IGLESIAS, D. J. Fruit regulates seasonal expression of flowering genes in alternate-bearing ‘Moncada’ mandarin. **Annals of Botany**, v. 108, n. 3, p. 511–519, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aob/mcr164>

MUÑOZ-FAMBUENA, N.; MESEJO, C.; GONZÁLEZ-MAS, M. C.; IGLESIAS, D. J.; PRIMO-MILLO, E.; AGUSTÍ, M. Gibberellic Acid Reduces Flowering Intensity in Sweet Orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] by Repressing CiFT Gene Expression. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, n. 4, p. 529–536, 2012. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1007/s00344-012-9263-y>

NGUYEN, R.; BRAZZEL, R.; POUCHER, C. Population Density of the Citrus Blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), and Its Parasites in Urban Florida in 1979–1981. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 3, p. 878–884, 1983. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1093/ee/12.3.878>

NOSHEEN, S.; AJMAL, I.; SONG, Y. Microbes as Biofertilizers, a Potential Approach for Sustainable Crop Production. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 1868, 2021. Disponível em:  
<https://doi.org/10.3390/su13041868>

OBSERVATORIO GEOGRÁFICO DE AMÉRICA LATINA. **Observatorio Geográfico**. [s. l.], 2019. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

PENA, M. R.; SILVA, N. M. da; VENFRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; HADDAD, M. de L. Biologia da mosca-megra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), em três plantas hospedeiras. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 2, p. 254–261, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000200014>

PENTEADO, S. R. **Agricultura orgânica. Série Produtor Rural**. Piracicaba-SP: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2001.

PNUD BRASIL. **PNUD Brasil**. [s. l.], 2013. Disponível em:  
<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/presscenter/articles/2013.html>. Acesso em: 22 jan. 2022.

PROSEKOV, A. Y.; IVANOVA, S. A. Food security: The challenge of the present. **Geoforum**, v. 91, p. 73–77, 2018. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030>

RAGA, A.; IMPERATO, R.; MAIA, W. J. M. S. Mosca Negra dos Citros. **Citrus Research & Technology**, v. 34, n. 2, p. 57–63, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2236-3122.20130007>

RAIMI, A.; ROOPNARAIN, A.; ADELEKE, R. Biofertilizer production in Africa: Current status, factors impeding adoption and strategies for success. **Scientific African**, v. 11, p. e00694, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00694>

RAMOS-HURTADO, A. M.; KOLLER, O. C.; MARIATH, J. de A.; SARTORI, I. A.; THEISEN, S.; REIS, B. Diferenciação floral, alternância de produção e uso de ácido giberélico em tangerineira “Montenegrina” (*Citrus deliciosa* Tenore). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 355–359, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000300005>

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizante - 5ª Aproximação**. 1. ed. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. *E-book*. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/5-aproximacao-recomendacoes-para-o-uso-de-corretivos-e-fertilizantes-em-minas-g/1109073>. Acesso em: 22 jan. 2022.

RIBEIRO, R. V.; ROLIM, G. de S.; AZEVEDO, F. A. de; MACHADO, E. C. “Valencia” sweet orange tree flowering evaluation under field conditions. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 4, p. 389–396, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000400010>

RICCI, M. S. F.; ARAÚJO, M. C. F.; FRANCH, C. M. C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. 1. ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

RUIZ, R. Carbohydrate Availability in Relation to Fruitlet Abscission in Citrus. **Annals of Botany**, v. 87, n. 6, p. 805–812, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1415>

SANDRINI, M.; ROCHA, A. C. da; PAIVA, R.; CARVALHO, S. A. de; TAVARES, E. D. Época e intensidade de florescimento e pagamento de frutos segundo a distribuição pelo quadrantes em Laranjeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 85–88, 1990.

SANT’ANA, B. L. **Relatório de Safra Agrícola**. [S. l.]: EMATER-MG, 2018.

SANT’ANA, B. L. **Relatório de Safra Agrícola**. [S. l.]: EMATER-MG, 2019.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido : o defensivo agrícola da natureza**. 2. ed. Niterói-RJ: EMATER-RIO, 1992. *E-book*. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=8838&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22SANTOS,%20A.%20C.%20V.%20dos%22&qFacets=autoria:%22SANTOS,%20A.%20C.%20V.%20dos%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 22 jan. 2022.

SARTORI, R. H.; MURAOKA, T.; FERNANDES, H. M. G.; ALVAREZ VILLANUEVA, F. C.; NASCIMENTO FILHO, V. F. do; BOARETTO, A. E. Zinc (65Zn) sources for feeding the orange tree new flushes. **Acta Horticulturae**, v. 868, p. 219–224, 2010.

SCHRADER, G.; CAMILLERI, M.; CIUBOTARU, R.; DIAKAKI, M.; VOS, S. Pest survey card on *Aleurocanthus spiniferus* and *Aleurocanthus woglumi*. **EFSA Supporting Publications**, v. 16, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1565>

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P. **Procedimentos para coleta de amostras de tecido foliar e de frutos de citros**. [S. l.]: EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120609/1/FOLDER-Procedimentos-para-Coleta-de-Amostras-de-Tecido-Foliar-de-Citros.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANCA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; DA SILVA, M. S. L.; SILVA, M. S. L.; MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. **Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico**, n. 130, p. 4, 2007.

SILVA, A. G. da [UNESP. **Dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomares de citros em sistema agroflorestal e monocultura**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade estadual paulista “julio de mesquita filho”, Jaboticabal - SP, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91350>. Acesso em: 22 jan. 2022.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros do Plantio à Colheita**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/citros-do-plantio-a-colheita/1113456>. Acesso em: 22 jan. 2022.

SOUTHWICK, S. M.; DAVENPORT, T. L. Characterization of Water Stress and Low Temperature Effects on Flower Induction in Citrus. **Plant Physiology**, v. 81, n. 1, p. 26–29, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.81.1.26>

SUMMY, K. R.; GILSTRAP, F. E. Regulation of citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae) by *Encarsia opulenta* (Hymenoptera: Aphelinidae) on Texas citrus. **Biological Control**, v. 2, n. 1, p. 19–27, 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/1049-9644\(92\)90071-K](https://doi.org/10.1016/1049-9644(92)90071-K)

TALON, M.; TADEO, F. R.; BEN-CHEIKH, W.; GOMEZ-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PÉREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, n. 463, p. 209–218, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.463.24>

TANG, L.; LOVATT, C. J. Effects of low temperature and gibberellic acid on floral gene expression and floral determinacy in ‘Washington’ navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 92–100, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.008>

THOMAS, L.; SINGH, I. Microbial Biofertilizers: Types and Applications. *In*: GIRI, B.; PRASAD, R.; WU, Q.-S.; VARMA, A. (org.). **Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment**. Cham: Springer International Publishing, 2019. (Soil Biology).v. 55p. 1–19. *E-book*. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_1). Acesso em: 22 jan. 2022.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571–586, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>

VIEIRA, D. L.; OTTATI, A. L. T.; LEMOS, R. N. S. de; LOPES, G. da S.; ARAUJO, J. R. G. Flutuação populacional e dependência espacial de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Citrus latifolia*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 862–871, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-415/13>

WANG, M.; CHEN, S.; HAN, Y.; CHEN, L.; WANG, D. Responses of soil aggregates and bacterial communities to soil-Pb immobilization induced by biofertilizer. **Chemosphere**, v. 220, p. 828–836, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.214>

WHITE, G. L.; KAIRO, M. T. K.; LOPEZ, V. Classical Biological Control of the Citrus Blackfly *Aleurocanthus Woglumi* by *Amitus Hesperidum* in Trinidad. **BioControl**, v. 50, n. 5, p. 751–759, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10526-005-0924-7>

WU, G. A. *et al.* Genomics of the origin and evolution of Citrus. **Nature**, v. 554, n. 7692, p. 311–316, 2018 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature25447>

WU, G. A. *et al.* Genomics of the origin and evolution of Citrus. **Nature**, v. 554, n. 7692, p. 311–316, 2018 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature25447>