UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

JÚLIO FERREIRA DE SOUZA FILHO

IMPACTOS DO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO E ÉPOCAS DE PODA EM CULTIVARES DE GOIABEIRA SOBRE A FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS

Bom Jesus – PI
2025

JÚLIO FERREIRA DE SOUZA FILHO

IMPACTOS DO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO E ÉPOCAS DE PODA EM CULTIVARES DE GOIABEIRA SOBRE A FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA, Campus Professora Cinobelina Elvas - CPCE, da Universidade Federal do Piauí - UFPI, na área de concentração Produção Vegetal, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Alves Pereira

Bom Jesus – PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial Campus Professora Cinobelina Elvas
Setor de Processamento Técnico

S729i Souza Filho, Júlio Ferreira de.
Impactos do método de propagação e épocas de poda em cultivares de goiabeira sobre a fenologia, produção e qualidade dos frutos / Júlio Ferreira de Souza Filho. -- 2025.
96 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Bom Jesus-PI, 2025.
"Orientador: Prof. Dr. Gustavo Alves Pereira".

1. Goiabeira. 2. Fenologia. I. Pereira, Gustavo Alves. II. Título.

CDD 634.421

Bibliotecária: Nayra Fontinele Feijão – CRB3/1249

JÚLIO FERREIRA DE SOUZA FILHO

IMPACTOS DO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO E ÉPOCAS DE PODA EM CULTIVARES DE GOIABEIRA SOBRE A FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA, do Campus Professora Cinobelina Elvas - CPCE, da Universidade Federal do Piauí - UFPI, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciências Agrárias.
Área de concentração: Produção Vegetal.
Linha de Pesquisa: Propagação e Manejo Cultural de Plantas.
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Alves Pereira.

Aprovada em: 07 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
GUSTAVO ALVES PEREIRA
Data: 08/05/2025 11:26:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Gustavo Alves Pereira (UFPI)
Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br
GABRIEL BARBOSA DA SILVA JUNIOR
Data: 07/05/2025 17:25:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Gabriel Barbosa da Silva Júnior (UFPI)
Examinador Interno ao Programa

Documento assinado digitalmente
gov.br
JENILTON GOMES DA CUNHA
Data: 07/05/2025 15:41:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Jenilton Gomes da Cunha (UNIVASF)
Examinador Externo ao Programa

Documento assinado digitalmente
gov.br
RENATO SANTOS ROCHA
Data: 08/05/2025 08:27:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Renato Santos Rocha (UESPI)
Examinador Externo ao Programa

Documento assinado digitalmente
gov.br
WEVERSON LIMA FONSECA
Data: 08/05/2025 11:11:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Weverson Lima Fonseca (UFPI)
Examinadora Externa ao Programa

A Deus, por ter concedido força para lutar e chegar a esta grande vitória. Aos meus pais e meu irmão Edilberto, os grandes incentivadores, que hoje se encontram juntos ao nosso Pai Eterno, mas sempre estiveram ao meu lado em cada momento da vida.

À minha família, irmãos e irmãs, cunhados e cunhadas, sobrinhos e sobrinhas.

Aos meus filhos, Esther Maria, Júlio César e Rafael Edilberto, que foram compreensivos diante das minhas ausências para ir à luta. À minha esposa Bruna, guerreira que segurou o "barco" quando na luta estava. Aos amigos, pelos momentos de incentivo e compreensão. Ao orientador, um mestre, um pai, um amigo, um incentivador.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar ao nosso lado durante todo o percurso, nos fortalecendo diante das dificuldades, tornando-as superação.

À coordenação e Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, *Campus* Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE), pela oportunidade e formação em Doutorado em Ciências Agrárias. Ao Professor Artur e à Professora Priscila, pelas palavras na estatística; ao Professor Rodolfo, pelas palavras de incentivo.

Aos meus saudosos Pais, Júlio Ferreira e Raimunda Marques, que partiram antes do início da jornada, mas foi da minha Mãe que ouvi as palavras: "tenta o doutorado, que você consegue". E assim, atendi a esse último pedido dela.

Ao meu irmão Edilberto, que me ensinou os primeiros passos na vida, mas que foi morar com o Pai Eterno ainda muito jovem, quando eu ainda era somente uma criança, mas ouvi dele que esperava um dos irmãos ser doutor, hoje, após 29 anos de sua partida, consegui realizar seu desejo.

Aos meus irmãos que aqui estão entre nós, por sempre estarem presentes na minha vida, por darem suporte para que eu pudesse realizar esse sonho.

À minha esposa, Bruna; e aos meus filhos, Esther Maria, Júlio César e Rafael Edilberto, pelo carinho e compreensão nas necessidades de me ausentar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gustavo, grande referência, não só como professor e orientador, mas também como amigo e incentivador, compreensivo. Como são válidas suas palavras, que nos norteiam para seguirmos em busca dos objetivos almejados, um professor que se intitulou entre nós, o nosso "Pai", que abraça e diz o que precisamos ouvir, elogios ou mesmo aquele "puxão de orelha".

Ao meu grande amigo Dr. Jenilton, grato pelas suas contribuições e suas ideias, com sua forma sensata de nos ensinar, grato pelo seu incentivo e convívio durante o doutoramento.

Aos nobres amigos bolsistas e colaboradores, "os meninos sobreviventes da goiaba": Taylor Victor, Matheus Ghilardi, Kauany Missena, Grasiela Macedo, grato pela força, apoio e dedicação para que esse momento pudesse acontecer.

Aos amigos Mateus Monteiro, Dyovanna e Eloisa, pela participação no projeto.

À Universidade Federal do Piauí e FAPEPI, pelas bolsas concedidas, forma de incentivos aos graduandos.

RESUMO

A goiabeira é conhecida por sua ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, no entanto, a sazonalidade climática das regiões de cultivo expõe as plantas a diferentes condições ambientais, capazes de influenciar na sua fenologia e produção. Logo, a determinação do comportamento das cultivares em diferentes épocas de poda de frutificação é ferramenta importante para o planejamento do cultivo. São muitos os desafios para chegar a essa produção, enfrentando fatores bióticos e abióticos, como nematoides Meloidogyne enterolobii, já presente em vários países, sendo a principal praga da goiabeira, interferindo na qualidade físico-química e nos estágios fenológicos. Com isso, a EMBRAPA lançou no Brasil o porta-enxerto resistente ao nematoide, BRS Guaraçá, que se mostra eficiente no controle, proporcionando excelente qualidade aos frutos. Desse modo, o presente estudo tem por objetivo: avaliar o comportamento fenológico e produtivo, qualidade dos frutos, teor e exportação de macro e micronutriente pelos frutos de cultivares de goiabeiras, propagadas vegetativamente em diferentes épocas de poda de frutificação. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, durante o período de 2022 a 2023, em arranjo fatorial duplo 3 x 6, os fatores corresponderam a: i) época de poda (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca) e, ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailandesa Vermelha enxertada, Tailandesa Vermelha estaca, Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca). Foi avaliado: o ciclo fenológico e atributos produtivos; qualidades químicas (sólidos solúveis, acidez titulável, ratio e pH), qualidade fenólica (β-carotenos, flavonoides e vitamina C) e qualidade física (firmeza, índice de cor, rendimento de polpa, densidade e volume); percentual de massa seca, produtividade, teor e exportação de macro e micronutrientes. Os resultados revelaram que os métodos de propagação não alteram o ciclo fenológico das cultivares. O método por enxertia proporcionou melhores índices produtivos (número de frutos, produção, peso médio do fruto) nas cultivares Paluma e Tailandesa Branca, nas 3 épocas de poda. As cultivares apresentaram ciclo reduzido entre a poda e a colheita na poda de época seca. O potencial produtivo da goiabeira é maior na época seca-chuvosa. A cultivar Tailandesa Branca, propagada por enxertia com poda na época seca chuvosa, demonstrou ser mais promissora. A cultivar Tailandesa Branca estaca apresentou os melhores resultados de vitamina C nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, e na época seca foi a cultivar Paluma estaca; o menor valor do estudo foi encontrado nas cultivares Tailandesa Branca enxertada. As características dos frutos apresentaram respostas diretas quanto à época

de desenvolvimento do fruto, sendo assim necessário observar a escolha adequada da época para obter melhor rendimento e qualidade. A época seca-chuvosa proporcionou às cultivares melhores resultados produtivos, com destaque para a cultivar Tailandesa Branca enxertada. A menor produtividade registrada foi na cultivar Paluma estaca, durante a época seca. O macronutriente mais presente nos frutos foi o N, consequentemente, o mais exportado pelos frutos, seguido pelo K. A cultiva Tailandesa Branca enxertada, durante a poda de frutificação, seca-chuvosa, apresentou os melhores índices produtivos e de qualidade dos frutos. A poda durante a época seca-chuvosa, assim como a propagação por enxertia, expressa melhores resultados produtivos.

Palavras-chave: Atributos produtivos, BRS Guaraçá, propagação, *Melodogyne enterolobii*, *Psidium guajava* L.

ABSTRACT

The guava tree is known for its wide adaptation to different edaphoclimatic conditions; however, the climatic seasonality in cultivation regions exposes the plants to different environmental conditions that can influence their phenology and production. Therefore, determining the behavior of cultivars under different fruiting pruning seasons is an important tool for crop planning. There are many challenges to achieve this production, facing both biotic and abiotic factors, such as the nematode *Meloidogyne enterolobii*. Thus, the aim of the present study is to evaluate the phenological and productive behavior, fruit quality, and the content and export of macro and micronutrients in the fruits of guava cultivars, propagated vegetatively in different fruiting pruning seasons. The experiment was conducted in randomized blocks from 2022 to 2023, using a 3 x 6 factorial arrangement, where the factors were: i) pruning season (rainy-dry, dry-rainy, and dry) and ii) cultivar + propagation method (Paluma grafted, Paluma cutting, Tailandesa Vermelha grafted, Tailandesa Vermelha cutting, Tailandesa Branca grafted, and Tailandesa Branca cutti. The following were evaluated: phenological cycle and productive attributes; chemical qualities (soluble solids, titratable acidity, ratio, and pH), phenolic quality (β-carotene, flavonoids, and vitamin C), and physical quality (firmness, color index, pulp yield, density, and volume); dry mass percentage, productivity, content, and export of macro and micronutrients. The results revealed that the propagation methods did not alter the phenological cycle of the cultivars. The grafting method provided better productive indices (number of fruits, production, average fruit weight) in the cultivars Paluma and Tailandesa Branca in all three pruning seasons. The cultivars presented a shorter cycle between pruning and harvest in the dry-season pruning. The productive potential of the guava tree is greater in the dry-rainy season. The cultivar Tailandesa Branca, propagated by grafting and pruned in the dry-rainy season, proved to be the most promising. The cultivar Tailandesa Branca cutting showed the best vitamin C results in the rainy-dry and dry-rainy seasons, while in the dry season, it was the cultivar Paluma cutting; the lowest value in the study was found in the grafted Tailandesa Branca cultivars. The fruit characteristics showed direct responses according to the fruit development season, thus it is necessary to observe the proper choice of pruning season to achieve better yield and quality. The dry-rainy season provided the best productive results for the cultivars, with emphasis on the grafted Tailandesa Branca cultivar. The lowest productivity rec-

orded was for the Paluma cutting cultivar during the dry season. The most abundant macronutrient in the fruits was nitrogen (N), which was also the most exported by the fruits, followed by potassium (K). The grafted Thai White cultivar, during the dry-rainy fruiting pruning, presented the best production and fruit quality indexes. Pruning during the dry-rainy season, as well as propagation by grafting, express better production results.

Keywords: Productive attributes, BRS Guaraçá, *Meloidogyne enterolobii*, propagation, *Psidium guajava* L.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados meteorológicos registrados durante três ciclos de desenvolvimento das fases fenológicas de goiabeiras……..... 32

Figura 2 - Ilustração das fases fenológicas de goiabeiras propagadas por estaquia ou enxertia……..... 36

Figura 3 - Fases fenológicas das cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha)..... 37

Figura 4 - Índice de ramificação produtiva (IRP) das cultivares de goiaba propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação..... 40

Figura 5 - Índice de pegamento e número de frutos por planta das cultivares de goiaba estudadas..... 41

Figura 6 - Peso médio dos frutos e produção por planta das cultivares de goiaba Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha)……..... 43

Figura 7 - Análise de Componentes Principais das cultivares de goiaba..... 45

Figura 8 - Representação de plantas das cultivares de goiaba Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha..... 46

Figura 9 - Dados meteorológicos registrados durante três ciclos produtivos da goiabeira.... 54

Figura 10 - Sólido solúvel, acidez titulável, ratio e pH do fruto das cultivares de goiaba..... 58

Figura 11 - Vitamina C, licopeno, β-caroteno, antocianina e flavonóides do fruto das cultivares de goiaba Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha..... 61

Figura 12 - Firmeza do fruto, índice de cor, densidade, rendimento de polpa e volume do fruto das cultivares de goiaba sob diferentes métodos de propagação..... 64

Figura 13 - Dados meteorológicos registrados durante as três épocas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca), das três cultivares de goiaba..... 77

Figura 14 - Produtividade e massa seca do fruto das cultivares de goiaba oriundas de diferentes métodos de propagação..... 81

Figura 15 - Exportação dos macronutrientes Ca, Mg, P, S, K e N dos frutos das três cultivares de goiaba obtidas por diferentes métodos de propagação em diferentes estações……..... 88

Figura 16 - Exportação dos micronutrientes Cu, Mn, Fe e Zn dos frutos das três cultivares de goiaba obtidas por diferentes métodos de propagação em diferentes estações. 90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,20 m antes das podas para frutificação de goiabeiras..... 33

Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos efeitos de cultivares e estádios de desenvolvimento das fases fenológicas sobre as características produtivas de frutos de goiabeiras propagadas por estaquia e enxertia..... 39

Tabela 3 - Propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,20 m antes das podas para frutificação de goiabeiras..... 54

Tabela 4 - Resumo da análise de variância dos efeitos de cultivares e épocas de desenvolvimento dos frutos sobre as características físico-químicas e fenólicas……..... 57

Tabela 5 - Propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,20 m antes das podas para frutificação de goiabeiras, nas épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca..... 78

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos efeitos de cultivares e épocas de desenvolvimento dos frutos sobre a produtividade e composição nutricional de frutos de goiabeira propagados por estaquia e enxertia……..... 80

Tabela 7 - Peso médio dos frutos das três cultivares de goiaba propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de poda de frutificação..... 82

Tabela 8 - Teores de macronutrientes nos frutos das três cultivares de goiaba propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de poda de frutificação..... 85

Tabela 9 - Teores de micronutrientes nos frutos das três cultivares de goiaba propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de poda de frutificação..... 86

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO GERAL**	**14**
2	**ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL**	**16**
3	**CAPÍTULO 1: REFERÊNCIAL TEÓRICO**	**17**
3.1	**Aspectos gerais da cultura e cultivares…**	**17**
3.2	**Métodos de propagação: enxertia no controle de nematoides**	**18**
3.3	**Poda de frutificação**	**20**
3.4	**Fases fenológicas e atributos produtivos…**	**20**
3.5	**Qualidade físico-química dos frutos**	**22**
3.6	**Teor e exportação de nutriente……..…**	**23**
	REFERÊNCIAS	**24**
4	**CAPÍTULO 2: FENOLOGIA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE GOIABEIRAS, UTILIZANDO DOIS MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, SUBMETIDAS A ÉPOCAS DE PODA DE FRUTIFICAÇÃO**	**29**
	RESUMO	**29**
4.1	**Introdução**	**30**
4.2	**Material e Métodos**	**31**
4.3	**Resultados e Discussão**	**35**
4.4	**Conclusões**	**47**
	REFERÊNCIAS	**48**
5	**CAPÍTULO 3: ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM FRUTOS DE GOIABEIRAS SOB INFLUÊNCIA DO PORTA-ENXERTO BRS GUARAÇÁ E DA ÉPOCA DA PODA DE FRUTIFICAÇÃO…**	**51**
	RESUMO	**51**
5.1	**Introdução**	**52**
5.2	**Material e Métodos**	**53**
5.3	**Resultados e Discussão**	**56**
5.4	**Conclusões**	**67**
	REFERÊNCIAS	**68**
6	**CAPÍTULO 4: PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS FRUTOS DE GOIABEIRAS PROPAGADAS VEGETATIVAMENTE**	**74**

E DESENVOLVIDOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE PODA DE FRUTIFICAÇÃO…….

RESUMO..... 74

6.1 Introdução..... 75

6.2 Material e Métodos..... 77

6.3 Resultados e Discussão..... 79

6.4 Conclusões..... 91

REFERÊNCIAS..... 92

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, por suas condições edafoclimáticas tropicais, é propício para o desenvolvimento plantas frutíferas, e tem se destacado como grande produtor mundial de frutas; a fruticultura tem desempenhado papel fundamental na cadeia produtiva agrícola do País, principalmente no Nordeste, gerando renda, empregos com produtos de elevada qualidade, favorecendo assim, não só ao setor socioeconômico, mas também ao setor da segurança alimentar, com frutos que fornece inúmeros nutrientes e vitaminas à população consumidora (Gonçalves; Ribeiro; Amorim, 2022).

A fruticultura brasileira vem contribuindo para o crescimento social, econômico e alimentar, trazendo benefícios para a população, apresentando grande importância para o País, uma vez presente em todo o território nacional. A atividade frutícola possui efeito multiplicador de renda e, fortalecendo a economia local com desenvolvimento da fruticultura (SILVA, 2019).

Devido as condições climáticas favoráveis e tipo de solo diversificado, se comparado com outros países, a fruticultura no Brasil está em crescimento, com potencial para alavancar a produção (Flauzino, 2022). Contudo, há diversificação climática pode interferir na produção, mesmo com boa adaptabilidade da goiabeira a essas variações, sendo importante estudos voltados para época de poda de frutificação em cada região (Monteiro *et al*., 2021), observando o comportamento quanto aos atributos produtivos (Srivastava *et al*., 2022), determinando a época que terá produção rentáveis (Martins *et al*., 2020).

As vantagens do cultivo de frutíferas são inúmeras, como a produtos com alto valor comercial, renda e empregos, a permanência do homem no campo (Silva, 2019). A goiabeira apresenta destaque entre as frutíferas por ser cultivada em todo Brasil (Martins *et al*., 2020), sendo bastante conhecida pelo sabor peculiar dos frutos e pela importância social (Gupta *et al*., 2018).

Devido às suas características organolépticas e nutricionais, a goiaba se destaca nas diversas regiões brasileiras, por apresentar boa adaptabilidade à diversificação climática, no entanto, apresenta variações fenológicas e comportamentos diverso conforme variações climáticas, portanto, a caracterização agronômica das cultivares de goiaba deve ser observada em cada região de cultivo para estabelecer práticas produtivas e rentáveis (Martins *et al*., 2020), conforme as condições climáticas no período de desenvolvimento da planta.

Quanto à comercialização, o planejamento do escalonamento da poda pode evitar perdas, direcionando a colheita para épocas de baixa oferta, que é do mês de maio a novembro,

esse direcionamento ocorre com a realização da poda de frutificação, que surge como uma prática vital permitindo melhor controle e distribuição do crescimento vegetativo da planta, induzindo a produção e colheita na época desejada (Pineda *et al*., 2020). Sendo assim, uma medida preventiva para redução de perdas e agregação de valor aos frutos.

Focado no manejo produtivo e explorar cultivares indicadas para o mercado consumidor, pesquisas veem sendo desenvolvidas com as cultivares Paluma e Tailandesa Branca e Vermelha. No entanto, as informações sobre esse cultivo na região, ainda são escassas, necessitando de estudo que possam estabelecer protocolos dos sistemas de cultivo e de manejos para a frutífera na região.

Nesse aspecto de manejo produtivo e diversificação de cultivares de goiabeira no Brasil, melhorar o setor produtivo da agricultura familiar e empresarial, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fenologia e desempenho agronômico de cultivares de goiabeira propagadas vegetativamente e diferentes épocas de poda de frutificação, buscando identificar a cultivar que se adapta melhor às condições e variações climáticas, com produção satisfatória e rentável, dentro da qualidade ideal para o consumo in natura no mercado interno e externo, assim definir melhor estratégia produtiva para a cultura.

2 ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL

O presente estudo teve como objetivo investigar como diferentes cultivares de goiabeira, associadas a métodos de propagação em diferentes épocas de poda e desenvolvimentos dos frutos, poderiam interferir no desempenho agronômico das plantas, nos atributos produtivos, nas fases fenológicas, na qualidade físico-química e composição mineral dos frutos, assim como na produtividade.

O experimento foi realizado no pomar experimental do FRUTAGRO (FEAG/CPCE/UFPI) localizado em Alvorada do Gurguéia, Piauí, Brasil (8°22'30" S, 43°51'06" W). O pomar foi implantado em abril de 2021, com espaçamento entre plantas de 5 × 5 metros, utilizando três cultivares de goiabeira (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha), propagadas por estaquia, e enxertadas no BRS Guaraçá, com intuito de determinar qual combinação (cultivar x método) se adapta melhor às condições de cultivo da cultura na região, em três época de poda de frutificação.

As mudas foram adquiridas de viveiros credenciados junto à EMBRAPA, na cidade de Petrolina-PE. Após o transplantio, as mudas foram conduzidas até atingir 60 cm de altura, onde foram podadas, visando a formação da copa das plantas. Com ramos laterais da copa medindo 50 cm, foi realizada a primeira poda de frutificação. A partir da poda até a colheita dos frutos, foram avaliados: desenvolvimento vegetativo, parâmetros fenológicos, produtivos e qualidade dos frutos. Os procedimentos metodológicos foram repetidos durante três ciclos produtivos da goiabeira.

3 CAPÍTULO 1:

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais da cultura e cultivares

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, nativa da América Central (Sujeeun; Thomas, 2022), com excelente capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (Malta *et al*., 2018), é encontrada em qualquer região do território nacional, destacando-se entre as frutas brasileiras, por possuir um aroma agradável, sabor e alto valor nutricional (Martins *et al.*, 2020).

O Brasil é o sexto maior produtor da fruta, onde Índia e Indonésia são os maiores produtores, a produção de goiaba no Brasil rendeu cerca de 460 mil toneladas de frutas, cultivadas em uma área de 20 mil hectares, com produtividade média de 25 t ha^{-1}, sendo o Pernambuco o maior produtor (205 t ano^{-1}) e com melhor produtividade (33 t ha^{-1}) (IBGE, 2024). Souza *et al.* (2012) dividiram o destino das frutas em três os sistemas de produção da goiaba: a goiaba "de mesa", em que o sistema de produção busca atender exclusivamente o mercado para consumo *in natura*; o sistema para "indústria", com industrialização da produção; e o sistema de "cultivo misto", que atende aos dois mercados simultaneamente, ou seja, os frutos possuem dupla finalidade.

A agroindustrial dos frutos da goiabeira, faz-se necessário o processamento da maior parte dos frutos, para um melhor aproveitamento, visto que o fruto da goiabeira possui elevada fragilidade e perecibilidade (Natale, 2009), sendo destinado para produção de doce, polpa, compota, suco, sorvete e para fins medicinais na obtenção de vitaminas A, C e E, das folhas podem-se extrair os óleos essenciais (Pereira; Soares; Felisberto, 2018).

A goiaba é conhecida por seu aroma, sabor e valor nutricional, ocupando posição de destaque entre as frutíferas cultivadas (Sarkar; Sarkar, 2022), com várias cultivares, cada uma com suas características intrínsecas, influenciando nos aspectos produtividade, produção precoce, tamanho, formato da copa, formato e número de frutos por planta, ciclo fenológico, cor da polpa e qualidade dos frutos (Flori; Deon, 2022).

No Brasil, há vários genótipos de goiabeira cultivados comercialmente, tais como as cultivares Cortibel, Tailandesa (vermelha e branca), Ogawa, Kumagai e Paluma. As cultivares possuem diferenças entre si, no tamanho, formato e número de frutos, formato da copa, coloração vermelha ou branca e bom rendimento de polpa, atendem bem aos consumidores do fruto “in natura”, ou quando destinado para a indústria (Flori, 2016).

Dentre as principais cultivares comerciais, a Paluma é uma das mais populares e amplamente cultivadas, tendo se destacado por ser altamente produtiva (19 t ha^{-1}), e apresenta frutos de tamanho médio com polpa vermelha (Santos *et al.*, 2023), sendo a preferida pelos consumidores e pelos produtores (Arruda *et al.*, 2023).

A cultivar Tailandesa destaca-se pela produção de frutos grandes, com polpa vermelha ou branca, altamente consumida in natura, sendo introduzida no país através de sementes oriundas da Tailândia (Martins *et al.*, 2020). Atende ao mercado externo, quando de polpa branca, com frutos de 350 a 900 gramas, uma boa espessura de polpa, poucas sementes, com maior tempo de prateleira e melhor resistência ao transporte, facilitando a exportação (Pereira; Soares; Felisberto, 2018).

3.2 Métodos de propagação: enxertia no controle de nematoides

A propagação na goiabeira é um ponto importante para fitossanidade e produção, onde deve ser realizada de forma vegetativa, assim garantindo a obtenção de um pomar com mais uniformidade e precocidade (Ribeiro *et al.*, 2021). A propagação vegetativa consiste na formação da nova planta através de uma parte de outra planta, mantendo as características geneticamente idênticas à planta originária, que se dá na forma de mergulhia, alporquia, estaquia, enxertia e por cultura de tecidos (Pereira *et al.*, 2016).

A propagação vegetativa por estaquia consiste no processo de enraizamento de estaca herbácea de goiabeira, que dá origem a uma nova planta, que poderá ser destinada para produção no campo, ou ser utilizada como porta-enxerto (Santos, 2020). Outro método de propagação vegetativa é a enxertia, que tem como objetivo a união de duas partes vegetais, o enxerto (copa) e o porta-enxerto, assim formando uma única planta, com interesse nas características do enxerto para produção, e nas características do porta-enxerto quanto às condições do solo, juntando as duas características para incrementar melhor produção de frutos,

boa qualidade dos frutos e utilizada como medida fitossanitária (Spano *et al.*, 2020).

Um outro fator que se faz necessário ter um maior cuidado quanto à propagação é a presença de nematoide nas áreas exploradas, sendo considerado a principal praga da goiabeira nas últimas décadas (Singh, 2020). No Brasil, seu primeiro registro foi em 2001 por Carneiro *et al.* (2001), na região produtora de Petrolina (PE), Semiárido do Brasil, se disseminando rapidamente por várias áreas, através das águas das enchentes em 2004, que provocou inundações de pomares contaminados, fazendo comunicação com os sadios (Castro, 2019).

Conhecido como nematoide das galhas, o *Meloidogyne enterolobii* já possui registro de distribuição mundial, presente em diversos países (Mota; Souza Júnior; Santos, 2023), sendo problema à produção agrícola mundial, associadas a numerosas culturas com mais de 100 espécies do patógeno identificadas (Przybylska; Abrepalska, 2020).

No Brasil, para conter os danos provocados pelo nematoide na cultura da goiabeira, a EMBRAPA lançou em 2019 o porta-enxerto híbrido *BRS Guaraçá*, resultado do cruzamento de um araçazeiro silvestre (ARA 138 RR – *Psidium guineense*) e uma goiabeira comum (Gua 116 PE – *Psidium guajava*), que tem demonstrado eficácia no controle de nematoides, além de melhorar a produtividade e qualidade dos frutos (Flori; Deon, 2022), até então o único meio eficiente no controle do nematoide na goiabeira.

Os sintomas do patógeno na cultura são o amarelecimento generalizado e um forte bronzeamento das folhas, plantas com atrofiamento, ramos secos levando à morte de plantas. Esses sintomas são causados pela presença de galhas nas raízes, devido à hipertrofia de células e tecidos, provocada pela ação de substâncias secretadas pelos nematoides (Castro, 2019), caracterizando a doença denominada “declínio da goiabeira”, causada pela associação sinérgica entre *M. enterolobii e Fusarium solani* (Gomes *et al.*, 2011). Provocando a erradicação de pomares infestados, proporcionando prejuízos que chegaram a R$ 400 milhões nos últimos anos (Santos, 2020).

A utilização de porta-enxertos resistentes ou que são tolerantes aos nematoides vem sendo uma estratégia que tem se mostrado viável para o enfrentamento dos nematoides e para a manutenção das plantações de goiabeira (Oliveira *et al.*, 2019). Devido a esses resultados, a propagação da goiabeira por estaquia vem sendo substituída pelo método de enxertia no BRS Guaraçá. De acordo com Souza, Santos e Costa (2018), o método de propagação enxertada na cultivar BRS Guaraçá interfere na produção da goiabeira, apresentando produção 10 vezes mais que as propagadas por estaquia, mostrou-se resistente híbrido à nematoide e excelente compatibilidade com as cultivares de goiabeiras.

3.3 Poda de frutificação

O manejo produtivo da goiabeira inicia com a poda de frutificação, que é prática vital para indução do ciclo fenológico, estimulando a brotação e a formação de estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas (Susanto; Melati; Aziz, 2019). Segundo Santos *et al.* (2023), a goiabeira tem resposta imediata à poda, permitindo um melhor controle do crescimento vegetativo, estimulando a brotação e a produção de novas hastes, assim favorecendo o desenvolvimento de novas estruturas reprodutivas com maior produção de frutos e melhor qualidade.

Sem a poda de frutificação, a inflorescência natural da goiabeira no Brasil ocorre entre setembro e dezembro, assim, a poda de frutificação associada à irrigação pode induzir o florescimento em qualquer época, controlando o pico de produção para meses de abril a novembro em que a oferta é reduzida (Martins *et al.*, 2020). O manejo adequado possibilita produções satisfatórias durante todo o ano.

Apesar de ser um ponto importante para a produção, a época de poda pode interferir na qualidade dos frutos, nos atributos produtivos e no ciclo fenológico (Silva *et al.*, 2016). Em estudo realizado por Souza, Santos e Costa (2018), o número total de frutos, peso médio de frutos e peso total de frutos variaram entre as colheitas nas diferentes épocas, portanto, a caracterização agronômica das cultivares de goiaba deve ser observada em cada região e em cada estação climática de cultivo, para estabelecer práticas produtivas e rentáveis (Martins *et al.*, 2020), proporcionando melhor desenvolvimento do fruto.

De acordo com Farias *et al.* (2017), os meses de novembro e julho foram a melhor época de realização de poda de frutificação na Região Semiárida do Brasil. Sánchez-Mora *et al.* (2020), avaliando o efeito da época da poda de frutificação em cultivares comerciais de goiabeira-serrana, observaram que a época da poda influenciou na altura das plantas e nos atributos produtivos.

3.4 Fases fenológicas e atributos produtivos

As características genéticas de uma cultivar podem variar conforme as condições ambientais do local de cultivo, sendo necessário a realização de estudos fenológicos, de acordo

com as alterações climáticas de cada época de desenvolvimento do ciclo fenológico da goiabeira (Srivastava *et al.*, 2023), pois podem apresentar variações na duração das fenofases, que vai da poda à colheita (Farias *et al.*, 2019).

As fases fenológicas da goiabeira foram descritas por Teixeira *et al.* (2003) e Ferreira (2004), iniciando com a brotação e crescimento vegetativo após a poda de frutificação, seguida pelo crescimento vegetativo e o florescimento, na terceira fase ocorre a queda fisiológica dos frutos, na quarta fase é o período de crescimento dos frutos, finalizando com a colheita, após a maturação na quinta fase.

Serrano *et al.* (2008) complementaram o estudo, dividindo a fase de crescimento do fruto em 3 novas fases: I - período de rápido crescimento, II - período de amadurecimento das sementes e III- período de crescimento exponencial e maturação dos frutos, com mudança na cor da casca.

O conhecimento das fases fenológicas da goiabeira, são importantes para a aplicação de manejo da cultura, obtendo assim uma maior precisão na programação dos tratos culturais e fitossanitários e, consequentemente, maior eficiência das práticas de manejo (Serrano *et al.*, 2008).

O ciclo produtivo da goiabeira inicia com a execução da poda de frutificação, onde as condições edafoclimáticas podem interferir diretamente no desempenho, afetando o potencial produtivo de cada cultivar ao término do ciclo, na colheita. É possível ter um incremento na produção da goiabeira, realizando até três colheitas a cada dois anos, porém isso só é possível com uma poda bem-sucedida e bem programada (Souza *et al.*, 2012), o que permite o fruticultor otimizar da área cultivada, aumentando a produtividade e a maior renda da propriedade (Souza *et al.*, 2017).

Porém, apesar de a cultura apresentar vantagens de boa adaptabilidade às diferentes condições climáticas, existe uma série de barreiras que podem influenciar na qualidade de seus frutos (Pereira; Soares; Felisberto, 2018), na duração das fenofases, no número de frutos, no desenvolvimento dos frutos, consequentemente na produção (Farias *et al.*, 2019), no número de ramos vegetativos e produtivos, no índice de pegamento de frutos (Serrano *et al.*, 2007), sendo a época de poda a barreira crucial, pois esta altera o ciclo fenológico e os atributos produtivos (Silva *et al.*, 2016; Martins *et al.*, 2020; Srivastava *et al.*, 2022; Monteiro *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2023).

O aumento na produtividade também está associado ao método de propagação. A goiabeira enxertada no porta-enxerto *BRS Guaraçá*, método esse que proporciona às goiabeiras

10 vezes mais produtivas do que utilizando outro método, o porta-enxerto é resistência ao nematoide *Meloidogyne enterolobii,* a principal praga da cultura no Brasil (Souza; Santos; Costa, 2018).

3.5 Qualidade físico-química dos frutos

O fruto da goiabeira é suculento, com cerca de 80% de água na massa fresca dos frutos (Naing; Kim, 2019), variando em sua coloração, podendo ser de cor branca, amarela, rosada ou vermelha, com sabor doce com leve acidez, com forte aroma (Flori; Deon, 2016). A cultura apresenta vantagens econômicas, porém existem barreiras que podem influenciar na qualidade dos frutos (Pereira; Soares; Felisberto, 2018). Cada cultivares tem suas características intrínsecas, e responde de forma diferente aos manejos produtivos e propagativo (Lourenço; Santos; Silva, 2022) e a época da poda de frutificação e desenvolvimento do fruto (Santos *et al.*, 2023), circunstâncias climáticas (Verma *et al.*, 2024).

Definir a qualidade do fruto na goiabeira é difícil (Aular; Natale, 2013), visto que está ligada ao manejo de plantio, cultivares, cor da polpa, época de desenvolvimento do fruto e colheita (Martins *et al.*, 2020). As características físicas dos frutos defini a aceitação do produto pelo consumidor, ao constatar a coloração, forma e tamanho (Kalsum; Sukma; Susanto, 2018).

A composição elevada nos teores de vitamina C, açúcares, sais minerais e fibras, proporciona aos frutos boa apreciação, incluindo também, seu sabor e aroma, sendo considerado um dos frutos mais completos para a saúde humana (Fachi *et al.*, 2018). Tendo sido amplamente estudada, quantos ao termo farmacológico, com indicação para atividade antidiarreica, anti-hipertensiva, antioxidante, antimicrobiana, hipoglicemiante e antimutagênica (Ugbogu *et al.*, 2022).

A qualidade da goiaba, essencial para o consumidor, é determinada por aspectos físicos, como firmeza da polpa, casca, cor e volume do fruto, e por aspectos químicos, como sólidos solúveis totais, vitamina C, acidez titulável, compostos fenólicos e pH (Kalsum; Sukma; Susanto, 2018). Frutos com boas condições físicas são mais atraentes e podem impactar positivamente as características químicas do fruto, apresentando correlações entre o volume do fruto e a acidez titulável (Gomes *et al.*, 2023).

De acordo com seu estádio de maturação, a qualidade dos frutos da goiabeira sofre uma

influência direta, alterando o valor do pH, relação SST/ATT, taxas respiratórias e índice de escurecimento, e diminuição da acidez total titulável, firmeza e compostos fenólicos (Betin *et al.*, 2018). Determinar os teores de sólidos solúveis, a firmeza dos frutos e o teor de acidez é importante para o conhecimento do valor nutricional do fruto (Prabhudesai; Biyani; Umekar, 2019; Manjusha *et al.*, 2022), sendo fundamental para a saúde da pele (Pullar; Carra; Vissers, 2017; Sasmi *et al.*, 2022).

Além de seu valor nutricional, a goiaba é rica em carotenoides, com potente atividade antioxidante. Os carotenoides desempenham um papel importante na defesa celular, estabilizando espécies reativas de oxigênio (ROS) e nitrogênio (RNS) (DURÁN-SORIA *et al.*, 2021; LU *et al.*, 2022). Paralelamente, os flavonoides presentes em diversos alimentos, incluindo a goiaba, desempenham funções cruciais tanto no desenvolvimento quanto na defesa das plantas.

3.6 Teor e exportação de nutriente

Embora os frutos das cultivares de goiaba tem compostos principais comuns, esses apresentam variações no teor (Flores *et al.*, 2015). Mesmo estas sendo submetidas ao mesmo manejo produtivo (Kumari; Prasad; Ahmad, 2020), para Santos *et al.* (2023), o teor de um macro ou micronutriente variou nos frutos da cultivar Paluma conforme o manejo e as condições climáticas no desenvolvimento do fruto.

A variação na temperatura afeta os processos de absorção e o metabolismo de minerais e nutrientes pelas plantas, durante o estágio de desenvolvimento do fruto (Tyagi *et al.*, 2017), comprometendo a composição nutricional dos frutos das cultivares de goiabeira, quanto a macro e micronutrientes (Kumari *et al.*, 2020).

A quantificação de macro e micronutrientes nos frutos é importante para estimar o volume de nutrientes exportado a cada colheita, sendo necessário a reposição estabelecendo um programa de fertilização do pomar, observando a quantidade de nutriente exportado e a análise de solo, observando os aspectos quantitativos e qualitativos da fertilização para as exigências nutricionais das plantas (Lima *et al*., 2022).

Além disso, deve-se levar em consideração a interpretação de análises de solo e tecido foliar, no entanto, é importante ressaltar a exportação de nutrientes pelos frutos, fator

importante para cálculos e reposição efetiva de nutrientes para as culturas, garantindo a manutenção da produtividade e qualidade físico-química e nutricional dos frutos (Vieira *et al.*, 2024).

REFERÊNCIAS

ARRUDA, T. F. L.; LIMA, G. S.; SILVA, A. A. R.; AZEVEDO, C. A. V.; SOUZA, A. R.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; LIMA, V. L. A.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S.; CHAVES, L. H. G.; SABOYA, L. M. F. Salicylic acid as a salt stress mitigator on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth of precocious-dwarf cashew in the post-grafting phase. **Plants**, v. 12, n. 15, p. 2783, 2023.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade dos frutos de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BETIN, P. S.; PEIXOTO, L. S.; PRADO, J. C.; SILVA, G. M.; FRACAROLLI, J. A. Avaliação dos estágios de maturação e qualidade pós-colheita de Goiabas `Tailandesa vermelha'. **Revista Ingeniería y Region**. v. 20, p. 88-94, 2018.

CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 223-228, 2001.

CASTRO, J. M. C. *Meloidogyne enterolobii* e sua evolução nos cultivos brasileiros. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 306, p. 41-48, 2019.

DURÁN-SORIA, S; POTT, D. M; OSORIO, S; VALLARINO J. G. Sugar signaling during fruit ripening. **Frontiers in Plant Science**, v. 11; p. 1-18, 2020.

FACHI, L. R.; GASBUGIO, E. L. S.; FERREIRA, A. F. N.; MACHADO, R. F. C.; KRAUSE, W. Qualidade e correlação dos parâmetros físicos e químicos de frutos de cultivares de goiabeira. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 4, p. 36-40, 2018.

FARIAS, W. C.; CÂMARA, F. M. M.; PEREIRA, E. C.; COSTA, J. M.; PEREIRA, G. A.; MENDONÇA, V. Phenology and production of guava tree cv. 'Paluma' pruned at different seasons in Mossoro–RN, Brazil. **Comunicata Science**, v. 10, n. 3, p. 376-383, 2019.

FERREIRA, M. N. L. **Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (*Psidium guajava* L.) irrigada por microaspersão em Petrolina-PE**. 2004. 106 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, Piracicaba, São Paulo, 2004.

FLAUZINO, D. S. **Podas de frutificação escalonadas e contínuas em goiabeiras no**

sudoeste do Mato Grosso do Sul. 2022. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, 2022.

FLORES, G.; WU, S.; NEGRIN, A.; KENNELLY, E. J. Chemical composition and antioxidant activity of seven cultivars of guava (Psidium guajava) fruits. **Food Chemistry**, v. 170, p. 327-335, 2015.

FLORI, J. E.; DEON, M. D. I. ***BRS Guaracá*: Novo porta-enxerto para o enfrentamento do nematoide-das-galhas da goiabeira**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2022. 7 p. (Comunicado Técnico, 190).

FLORI, J. E. **Principais variedades de Goiaba**. Revista Campo & Negócios, 2016. Disponível em: https://cen2022.com.br/principais-variedades-de-goiaba/. Acesso em: 24 abr. 2025.

GOMES, F. R.; SILVEIRA, K. M.; RODRIGUES, C. D. M.; FERREIRA, B. A.; BARROS, A. L.; SALAZAR, A. H.; SILVA, D. F. P.; SILVEIRA NETO A. N. Correlations between physical and chemical characteristics of Cortibel guava (*Psidium guajava* L.) fruits grown in the Brazilian Cerrado**. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias,** v. 55, n. 1, p. 10-16, 2023**.**

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; DIAS, V. M.; SILVEIRA, S. F. E.; DOLINSKI, C. Guava decline: a complex disease involving Meloidogyne mayaguensis and Fusarium solani**. Journal of Phytopathology**, v. 158, p. 45-50, 2011.

GONÇALVES, M. P.; RIBEIRO, R. V.; AMORIM, L. Non-destructive models for estimating leaf area of guava cultivars. **Bragantia,** v. 81, p. e2822, 2022.

GUPTA, M.; WALI, A.; ANJALI, G. S., ANNEPU, S. K. **Nutraceutical Potential of Guava**. In: Mérillon, JM., Ramawat, K. (eds) Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry, 2018.

IGBE. Censo Agropecuário 2017. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588. Acesso em: 10 jul. 2022.

KALSUM, U.; SUKMA, D.; SUSANTO, S. Pengaruh kitosan terhadap kualitas dan daya simpan buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.). **Jurnal Pertanian Presisi**, v. 2, n. 2, p. 67–76, 2018.

KUMARI, D.; PRASAD, M.; AHMAD, F. Study of Mineral Nutrient Accumulation in Different Cultivars of Guava Fruits. **International Journal of Environment and Climate Change,** v. 10, n. 2, p. 81-88, 2020.

KUMARI, P.; MANKAR, A.; KARUNA, K.; HOMA, F.; MEIRAMKULOVA, K.; SIDDIQUI, M W. Mineral composition, pigments, and postharvest quality of guava cultivars commercially grown in India, **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 2, 2020.

LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SOUSA, P. F. N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on

physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 180-189, 2022.

LOURENÇO, A. M. S.; SANTOS, C. A. F.; SILVA, D. O. M. Compatibility and phenotypic variability of guava accessions grafted on BRS Guaraçá rootstock: vegetative and fruit production traits. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 52, e71259, 2022.

LU, L. W.; GAO, Y.; QUEK, S. Y.; FOSTER, M.; EASON. C T.; LIU, M. The landscape of potential health benefits of carotenoids as natural supportive therapeutics in protecting against Coronavirus infection. **Biomed Pharmacother**, v. 154, 2022.

MALTA, A. O.; ARAÚJO, R. C.; MEDEIROS, J. G. F.; COSTA, N. P.; SILVA, S. I. A. Produção da goiabeira (*Psidium guajava* L.) em sistema convencional e orgânico. **Pesquisa agropecuária pernambucana**, v. 23, n. 1, 2018.

MANJUSHA, P.; LAKSHMI, K.; DEVI, G. N.; BAIG, M. S. Nutrient analysis of guava based RTS beverage. **The Journal of Research ANGRAU**, v. 50, n. 4, p. 92-99, 2022.

MARTINS, A. N.; NARITA, N.; SUGUINO, E.; HIROSHI S.; TAKATA, W. Desempenho de cultivares de goiabeiras em ambientes irrigado e sequeiro. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 2, p. 82-89, 2020.

MONTEIRO, V. F. C.; GONÇALVES, E. D.; MOURA, P. H. A.; SILVA, L. V.; MARTINS, F. B.; NORBERTO, P. M. Phenological stages of the 'Paluma' guava tree in a region of subtropical climate according to the BBCH scale. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, p. 177, 2021.

MOTA, E. A.; SOUZA JUNIOR, F. J. C; SANTOS, C. D. G. Weed reaction to parasitism by the guava root-knot nematode, *Meloidogyne enterolobii*. **Diversitas Journal,** v. 8, n. 1, p. 33 41, 2023.

NAING, A. H.; KIM, C. K. Antocianinas induzidas por estresse abiótico em plantas: Seu papel na tolerância a estresses abióticos. **Fisiologia Plantarum**, v. 172, p. 1711-1723, 2021.

NATALE, W. Adubação, nutrição e calagem na goiabeira. *In:* NATALE, W. (ed). **Cultura da goiabeira do plantio a comercialização.** Jaboticabal: FCAV, 2009. p. 257-279.

OLIVEIRA, P. G.; QUEIROZ, M. A.; CASTRO, J. M. C. E.; RIBEIRO, J. M.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, M. J. L. Reaction of *Psidium* Spp. accessions to different levels of inoculation with *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 419-428, 2019.

PEREIRA, K. C.; SOARES, P. L. M.; FELISBERTO, P. A. C. Reação de cultivares de goiabeiras à *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathology**, v. 44, n. 4, p. 386-390, 2018.

PEREIRA, F. M.; USMAN M.; MAYER, N.A.; NACHTIGAL, J. C.; MAPHANGA, O. R. M.; WILLEMSE, S. Advances in guava propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, 2016.

PINEDA, M.; YU, B.; TIAN, Y.; MORANTE, N.; SALAZAR, S.; HYDE, P. T.; SETTER, T.

L.; CEBALLOS, H. Effect of pruning young branches on fruit and seed set in cassava. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1107, 2020.

PRABHUDESAI, A. P.; BIYANI, D. M.; UMEKAR, M. J. *Psidium guajava*: Multipurpose Medicinal Herb**. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 59, n. 1, p. 125-132, 2019.

PULLAR, J. M.; CARRA, C.; VISSERS, M. The roles of vitamin C in skin health. **Nutrients**, v. 9, n. 8, p. 866, 2017.

PRZYBYLSKA, A.; OBRĘPALSKA, A. S. Plant defense responses in monocotyledonous and dicotyledonous host plants during root-knot nematode infection**. Plant and Soil,** v. 451, n. 1, p. 239-260, 2020.

RIBEIRO, M. D. S. SOUSA, V. F. O.; BOMFIM, M. P.; RODRIGUES, M. H. B. S. Vegetal propagation by cutting and mini-cutting in the guava shrub cultivated in mini-buffers and substrates. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 1-14, 2021.

SÁNCHEZ-MORA, F. D.; SAIFERT, L.; CIOTTA, M. N.; PASA, M. S.; NODARI, R. O. Poda de frutificação em cultivares de goiabeira-serrana. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 2, p. 22-25, 2020.

SANTOS, A. S. D.; PEREIRA, G. A.; FONSECA, W. L.; ZUFFO, A. M.; DA CUNHA, J. G.; SOARES, N. P.; MORAIS, E. M.; NASCIMENTO, A. A. S. D.; SANTOS, D. P.; ALMEIDA, M. S.; AGUILERA, J. G.; MORALES-ARANIBAR, L.; SALCEDO, E. P.; CHURA, R. M. M.; CONTRERAS, W. C.; ALEJO, R. C. Photosynthetic assimilation of the guava (*Psidium Guajava*) Cv. 'Paluma' under different pruning and fruit thinning intensities. **Agronomy**, v. 13, n. 6, p. 1-11, 2023.

SANTOS, C. A. F. **Produção de mudas do BRS Guaraçá: porta-enxerto de goiabeira resistente ao nematoide-das-galhas**. Embrapa Semiárido. 2020. p 1-6. (Comunicado Técnico).

SARKAR, T.; SARKAR, S. K. Pollination characteristics and intervarietal hybridization of *Psidium guavaja*. **Journal of Crop Weed**, v. 18, n. 1, p. 96-103, 2022.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V.; RONCHI, C. P.; TARDIN, F. D. Fenologia da goiabeira Paluma sob diferentes sistemas de cultivos, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Revista Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 701-712, 2008.

SILVA, I. D. A. Fruticultura e sua importância econômica, social e alimentar. **Anais Sintagro**, v. 11, p. 3-10, 2019.

SILVA, M. J. R.; TECCHIO, M. A.; DOMICIANO, S.; LEONEL, S.; BALESTRERO, R. I. Phenology, yield and fruit quality of 'Paluma' guava tree at different pruning times. **Agricultural Sciences**, v. 40, n. 3, 2016.

SINGH, A.; SINGH, B. K; BARMAN, K.; SINGH, A. K. Influence of Maturity Stage on Post-harvest Quality of Guava Cultivars**. International Journal of Plant & Soil Science,** v. 35, n. 20, p. 824-34, 2023.

SOUZA, A. H.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; NATALE, W. Efeitos de diferentes tipos de poda nos teores de nutrientes em flores e frutos de goiabeira. **Idesia**, v. 30, n. 2, p. 45-51, 2012.

SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A.; ROZANE, D. E.; NATALE, W. Quantificação de nutrientes nos frutos de goiabeiras adubadas com subproduto da agroindústria processadora de goiabas. **Revista Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 390-395, 2017.

SOUZA, R. R. C.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, S. R. Field resistance to Meloidogyne enterolobii in a *Psidium guajava* × *P. guineense* hybrid and its compatibility as guava rootstock. **Fruits**, v. 73, n. 2, p. 118–124, 2018.

SPANÓ, R.; FERRARA, M.; GALLITELLI, D.; MASCIA, T. The role of grafting in the resistance of tomato to viruses. **Plants**, v. 9, n. 8, p. 1042, 2020.

SRIVASTAVA, K. K.; SONI, S. K.; KUMAR, D.; DWIVEDI, S. K. Effect of different bagging materials on guava fruit physiology and its quality attributes**. Plant Physiology Reports**, v. 28, n. 2, p. 238-246, 2023.

SUJEEUN, L.; THOMAS, S. C. Biochar rescues native trees in the biodiversity hotspot of Mauritius. **Forests,** v. 13, n. 2, p. 277, 2022.

SUSANTO, S.; MELATI, M.; AZIZ, S. A. Pruning to improve flowering and fruiting of ‘crystal’ Guava. **Agrivita**, v. 41, n. 1, p. 48-54, 2019.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASSOI, L. H.; REIS, V. C. S.; SILVA, T. G. F.; FERREIRA, M. N. L.; MAIA, J. L. T. Estimativa do consumo hídrico da goiabeira, utilizando estações agrometeorológicas automática e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 457-460, 2003.

TYAGI, S.; SAHAY, S.; IMRAN, M.; RASHMI, K.; MAHESH S. S. Pre-harvest factors influencing the postharvest quality of fruits: a review. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 23, n. 4, p. 1-12, 2017.

UGBOGU, E. A.; EMMANUEL, O.; UCHE, M. E.; DIKE, E. D.; OKORO, B. C.; IBE, C.; UDE, V. C.; EKWEOGU, C. N.; UGBOGU, O. C. The ethnobotanical, phytochemistry and pharmacological activities of Psidium guajava L. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 15, p. 1-26, 2022.

VIEIRA, M. E.; FREITAS, M. S. M.; VIÉGAS, I. J. M.; ALVES, R. M.; CUNHA, J. M.; PEÇANHA, D. A.; JESUS, A. C.; CARVALHO, A. J. C. Nutrient export by cupuassu fruits grown in the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 46, e-659, 2024.

VERMA, S.; VERMA, R. S.; KUMAR, B.; YADAV, M. Studies on Physical Attributes of Guava (*Psidium guajava* L.) Genotypes in Awadh Region, Ind. J. Pure App. **Bioscience**. v. 12, n. 3, p. 51-57, 2024.

4 CAPÍTULO 2

FENOLOGIA E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE GOIABEIRAS, UTILIZANDO DOIS MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, SUBMETIDAS A ÉPOCAS DE PODA DE FRUTIFICAÇÃO

RESUMO

A goiabeira é conhecida por sua ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. No entanto, a sazonalidade climática das regiões de cultivo expõe as plantas a diferentes condições ambientais, capazes de influenciar na sua fenologia e produção. Logo, a determinação do comportamento das cultivares em diferentes épocas de poda de frutificação é uma ferramenta importante para o planejamento do cultivo. Desse modo, o presente estudo tem por objetivo avaliar o comportamento fenológico e produtivo de cultivares de goiabeiras, propagadas vegetativamente em diferentes épocas de poda de frutificação. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, durante o período de 2022 a 2023, em arranjo fatorial duplo 3 x 6, os fatores corresponderam a: i) época de poda (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca) e, ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailandesa Vermelha enxertada, Tailandesa Vermelha estaca, Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca). Foi avaliado o ciclo fenológico e atributos produtivos. Os resultados revelaram que os métodos de propagação não alteram o ciclo fenológico das cultivares, que variou de 182 a 203 dias na cultivar Paluma e de 189 a 203 dias nas cultivares Tailandesas. O método de enxertia proporcionou melhores índices produtivos (número de frutos, produção, peso médio do fruto) nas cultivares Paluma e Tailandesa Branca, nas 3 épocas de poda. As cultivares apresentaram ciclo reduzido entre a poda e a colheita na poda de época seca. O potencial produtivo da goiabeira é maior na época seca-chuvosa. A cultivar Tailandesa Branca, propagada por enxertia com poda na época seca-chuvosa, demonstrou ser mais promissora.

Palavras-chave: Atributos produtivos, BRS Guaraçá, Propagação por enxertia, *Psidium guajava* L.

4.1 Introdução

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta frutífera proeminente, da família Myrtaceae e originalmente nativa da América Central (Sujeeun; Thomas, 2022). Apresenta notável adaptabilidade a diversas condições de solo e clima, tornando-o cultivável em diferentes regiões (Vitti; Lima; Martines Filho, 2020), tropicais e subtropicais (Santos *et al.*, 2023); no Brasil, é encontrada em todo o território nacional (Martins *et al.*, 2020).

A goiaba é conhecida por seu aroma delicioso, sabor e valor nutricional, se destacando entre as frutas cultivadas (Sarkar; Sarkar, 2022), com várias cultivares, cada uma com suas características intrínsecas, influenciando os aspectos de produtividade, produção precoce, tamanho e formato do fruto, número de frutos por planta, cor da polpa, ciclo fenológico, formato da copa e qualidade dos frutos (Flori; Deon, 2022).

Dentre as principais cultivares comerciais, a Paluma é uma das mais populares e amplamente cultivadas, tem se destacado por ser altamente produtiva (19 t ha^{-1}) e apresenta frutos de tamanho médio com polpa vermelha (Santos *et al.*, 2023), sendo a preferida pelos consumidores e pelos produtores (Arruda *et al.*, 2023).

Porém, a introdução de novas cultivares de goiaba, como a Tailandesa, originária da Tailândia, vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, por apresentar alto potencial produtivo (22 t ha^{-1}), além de frutos grandes, com polpa de coloração branca ou vermelha (Martins *et al.,* 2020).

As cultivares têm sua produção determinada pelas suas características intrínsecas e manejos produtivos, tais como a propagação vegetativa (Lourenço; Santos; Silva, 2022) e a época da poda de frutificação (Santos *et al*., 2023). A propagação vegetativa garante ao pomar maior uniformidade e precocidade (Ribeiro *et al*., 2021). A poda de frutificação surge como uma prática vital, permitindo melhor controle e distribuição do crescimento vegetativo da planta (Pineda *et al*., 2020).

No manejo propagativo, a estaquia, métodos muito utilizados, que consiste em enraizar uma estaca herbácea de goiabeira, dando origem a uma nova planta (Santos, 2020), vem sendo substituída pelo método de propagação por enxertia, que também é utilizado como medida fitossanitária devido à disseminação de pragas e doenças nos pomares (Spanó *et al*., 2020).

O uso de porta-enxerto BRS Guaraçá, que é resistente ao nematoide de galhas radiculares (*Meloidogyne enterolobii)*, é o único meio eficiente no controle do nematoide na

goiabeira (Oliveira *et al*., 2019); considerada a principal praga da goiabeira, provocando alterações no ciclo fenológico, desde a poda à colheita, contribuindo para queda na produção (Cavalcanti Junior *et al*., 2020).

O manejo da poda de frutificação, é uma prática vital para a indução do ciclo fenológico, estimulando a brotação e a formação de estruturas reprodutivas (Santos *et al*., 2023). No entanto, é essencial ressaltar que a época da poda de frutificação pode induzir respostas variadas no desenvolvimento dos ramos e frutos, no índice de pegamento de fruto e na produção de goiabeira (Srivastava *et al*., 2022), pois a alta temperatura provoca o abortamento da inflorescência em resposta celular ao estresse térmico (Gray; Brady, 2016).

As condições climáticas interferem na duração do ciclo fenológico (Monteiro *et al*., 2021), acelerando (alta temperatura) ou retardando (baixa temperatura) o metabolismo da planta (Miao *et al*., 2016). Portanto, a caracterização agronômica das cultivares de goiaba deve ser observada em cada região de cultivo para estabelecer práticas produtivas e rentáveis (Martins *et al*., 2020), conforme as condições climáticas no período de desenvolvimento da planta.

Os estudos com a cultivar Paluma acerca da propagação por estaquia estão consolidados, enquanto faltam pesquisas sobre a fenologia e atributos produtivos dessa cultivar quando enxertada no BRS Guaraçá, assim como da cultivar Tailandesa Vermelha e Tailandesa Branca. O porta-enxerto BRS Guaraçá demonstra potencial para aumentar a vida útil dos pomares, proporcionando incremento na produtividade, o que torna estudos dessa natureza particularmente necessários.

Portanto, as cultivares de goiabeira podem passar por alterações nas suas fases fenológicas e nos atributos produtivos, moduladas pela época da poda de frutificação com interações ao método de propagação. Com isso, o presente estudo tem por objetivo avaliar o comportamento fenológico e produtivo de cultivares de goiabeiras, propagadas vegetativamente em diferentes épocas de poda de frutificação.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no pomar experimental do FRUTAGRO (FEAG/CPCE/UFPI) localizado em Alvorada do Gurguéia, Piauí, Brasil (8°22'30" S,

43°51'06" W). O clima da região é classificado como tropical (A*w*) segundo o sistema de Köppen. Com estações quente e seca (inverno) de abril a outubro e quente e chuvosa (verão) de novembro a março. A precipitação anual média é de 1.400 mm e a temperatura média anual é de 30 °C, variando de 15 a 42 °C. As condições climáticas durante o experimento estão representadas na figura 1.

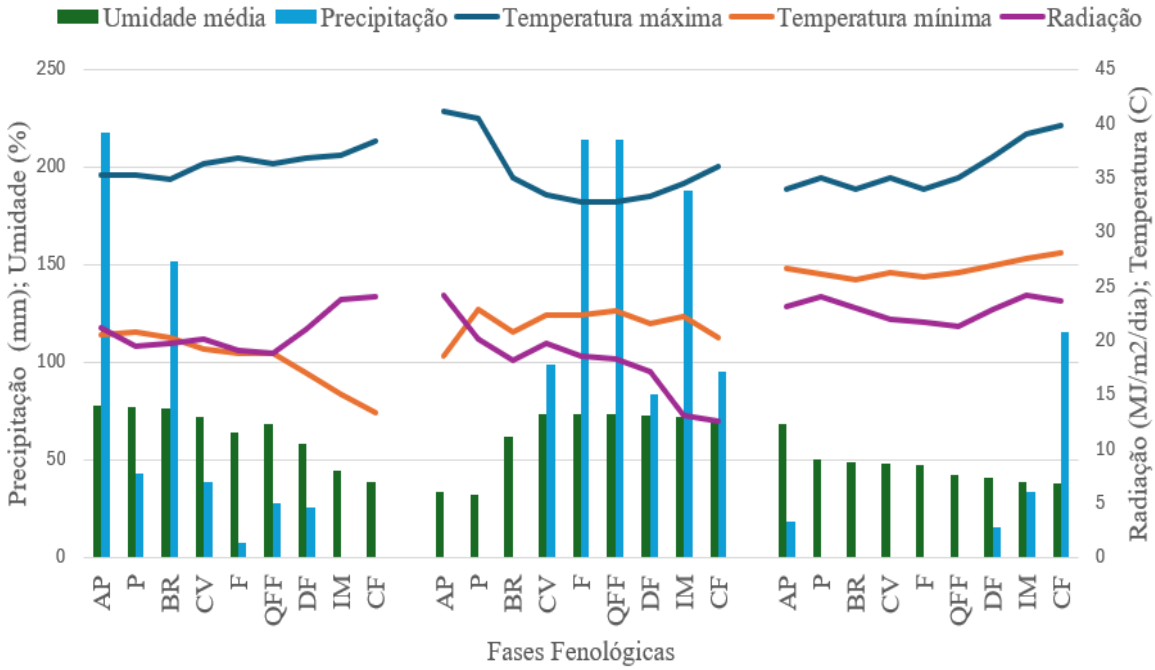


Figura 1 - Dados meteorológicos (precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, radiação solar global, temperatura do ar) registrados durante três ciclos de desenvolvimento das fases fenológicas de goiabeiras submetidas à poda para frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca), de janeiro de 2022 a novembro de 2023. AP: Antes da poda; P: Poda; B: Brotação; CV: Crescimento vegetativo; F: Floração; QFF: Queda fisiológica dos frutos; DF: Desenvolvimento dos frutos; IM: Início da maturação; CF: Colheita dos frutos.

Antes de cada poda de frutificação, amostras de solo foram coletadas até a profundidade de 0,20 m para caracterizar as propriedades físico-químicas do solo. A área experimental do pomar de goiabeiras possui solo arenoso (11% argila, 2% silte e 87% areia) e baixa fertilidade natural. Os principais resultados da análise química do solo estão apresentados na tabela 1.

O pomar foi implantado em abril de 2021, com espaçamento entre plantas de 5 × 5 metros, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2018). Foram utilizadas três cultivares de goiabeira: Paluma, Tailandesa Vermelha e Tailandesa Branca, propagadas por enxertia no porta-enxerto BRS Guaraçá. Estas mesmas cultivares foram propagadas por estaquia.

Tabela 1- Propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,20 m antes das podas para frutificação de goiabeiras, nas épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca. MO: Matéria orgânica; CTC: Capacidade de troca catiônica; V: Saturação por base.

Época de poda	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn
	H_2O	g kg^{-1}	mg dm^{-3}		----------$cmol_c$ dm^{-3}----------				%	----------mg dm^{-3}----------			
Chuvosa-seca	5,0	7,4	7,7	0,05	0,43	0,02	1,55	1,20	23,6	0,08	39,2	11,6	0,03
Seca-chuvosa	4,9	6,0	29,1	0,15	0,71	0,10	1,22	1,74	42,4	0,04	61,0	11,8	1,23
Seca	5,9	7,0	31,7	0,16	1,00	0,70	1,30	1,56	48,3	0,07	67,1	15,3	1,35

O experimento foi disposto em um delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições, cada repetição com 3 plantas em arranjo fatorial 3x6. Os fatores corresponderam a: i) época de poda (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca) e, ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailândia Vermelha enxertada, Tailândia Vermelha estaca, Tailândia Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca), iniciando o ciclo fenológico com a poda para frutificação e finalizando na colheita.

Foram realizadas 3 podas de frutificação, com intensidade média, nas datas abaixo, caracterizando as receptivas épocas de poda de frutificação:

1ª> 05/02/2022, época chuvosa-seca, com poda no período chuvoso e colheita no período seco;

2ª> 08/10/2022, época seca-chuvosa, com poda no período seco e colheita no período chuvoso;

3ª> 06/05/2023, época seca, o ciclo da poda à colheita ocorreu no período seco.

A correção do solo e a fertilização do pomar de goiabeiras foram realizadas com base na análise do solo (Tabela 1) e nas necessidades da cultura, conforme proposto por Natale *et al*. (2009). As doses de fertilizantes minerais foram divididas em três momentos de aplicação: na poda de frutificação, floração e início do crescimento dos frutos (Fase I). Foi utilizada irrigação complementar em sistema de microaspersão, com um micro aspersor por planta, com uma vazão de 80 L h-1. Ao término de cada ciclo foi coletado solo e raízes das plantas para análises da presença e infestação de nematoides e enviado para o Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Piauí - IFPI, Campus Uruçuí.

Após a poda de frutificação, foram selecionados e marcados 4 ramos, 1 em cada quadrante, para caracterização das fases fenológicas, sendo realizada por meio de nove fases distintas, seguindo uma metodologia adaptada de Serrano *et al*. (2008).

As análises das fases fenológicas foram realizadas a cada 7 dias durante o ciclo produtivo, que inicia na poda para frutificação até o fim da colheita. As seguintes fases

fenológicas foram avaliadas:

1 - Início da brotação e estabelecimento de ramos;

2 - Crescimento vegetativo;

3 - Floração (antese);

4 - Queda fisiológica dos frutos;

5 - Período de rápido crescimento do fruto (Fase I);

6 - Período de crescimento lento do fruto (Fase II);

7 - Período de crescimento exponencial do fruto e mudança de cor (Fase III);

8 - Início da maturação dos frutos;

9 - Colheita dos frutos.

Após a queda fisiológica dos frutos, quatro frutos foram marcados por planta, um em cada quadrante, para medição do diâmetro longitudinal (eixo paralelo ao pedúnculo) e o diâmetro transversal (eixo perpendicular ao pedúnculo) a cada 15 dias. Os frutos foram medidos com um paquímetro digital para caracterizar e definir as três fases de crescimento do fruto (Fenofases 5, 6 e 7).

Após a queda fisiológica dos frutos, foram contados o número de ramos produtivos (RP) (com fruto) e ramos vegetativos (RV) por goiabeira para definir o índice de ramos produtivos (IRP) (equação 1). A partir do número de frutos colhidos (NFC) e dos frutos caídos ao solo (FCS), obteve-se o número total de frutos por goiabeira e definiu-se o índice de pegamento de fruto (IPF) (equação 2).

Todos os frutos colhidos foram pesados em uma balança digital para determinar a produção de frutos por planta (PFP) em quilograma. A produção foi dividida pelo número de frutos e convertida em grama, para determinar o peso médio do fruto (PMF). As taxas (IRP e IPF) foram calculadas dividindo a parte analisada pela soma total encontrada e multiplicando por 100, expresso em porcentagem.

Equação 1

$$\mathrm{IRP}=\left(\frac{\mathrm{RP}}{\mathrm{RP}+\mathrm{RV}}\right)*100$$

IRP > índice de ramos produtivos

RP > ramos produtivos

RV >ramos vegetativos

Equação 2

$$IPF=(\frac{NFC}{NFC+FCS})*100$$

IPF > índice de pegamento de fruto

NFC > número de frutos colhidos

FCS > frutos caídos ao solo

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey com nível de probabilidade de 5%. A análise de componentes principais foi empregada para relacionar a variação nas características de cada tratamento com as variáveis. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.5.2 (R Core Team, 2020).

4.3 Resultados e Discussão

Diante das constantes mudanças climáticas e dos frequentes ataques de pragas e doenças, especialmente aquelas de solo, cresce o incentivo para estudos voltados à aclimatação de novas cultivares de plantas de relevância econômica em regiões não tradicionais de cultivo. Esse cenário reforça a importância da propagação de frutíferas via enxertia, uma prática consolidada e essencial para a adaptação e resistência das plantas.

Nesse sentido, o presente estudo fornece evidências de que as diferentes cultivares de goiabeiras (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por enxertia e estaquia, em três épocas de poda, possuem as suas fases fenológicas moduladas de maneira similar. Deve-se considerar que as respostas específicas de cada cultivar e método de propagação estão atreladas ao manejo e condições ambientais específicas.

A partir da determinação da fenologia das cultivares, foi construída uma escala fenológica descritiva (Figura 2) que mostra a ilustração das 9 fenofases. A duração das nove fases fenológicas foi apresentada relativamente uniforme para cada cultivar propagada por ambos os métodos de propagação (enxertia e estaquia) em cada época da poda de frutificação (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). As fases fenológicas da goiabeira apresentam sobreposição de uma fase para a outra, com a goiabeira potencialmente produzindo brotos enquanto já possui ramos definidos com botões florais. Isso explica o período de colheita

prolongado, que começa e termina com poucos frutos, atingindo seu pico de 15 a 20 dias após o início da colheita.

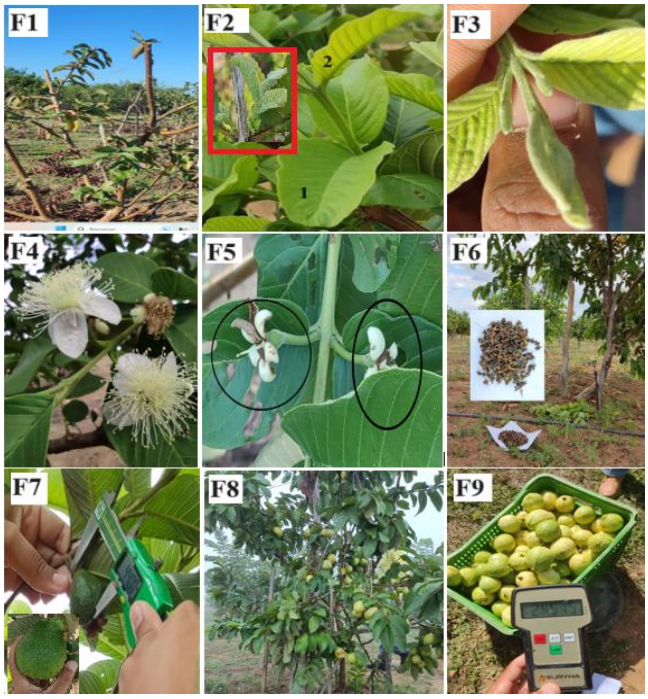


Figura 2 - Ilustração das fases fenológicas de goiabeiras cultivadas, propagadas por estaquia ou enxertia. F1 - poda das goiabeiras; F2 - início da brotação; F3 - crescimento vegetativo; F4 - floração (antese); F5 - frutificação; F6 - queda fisiológica dos frutos; F7 - crescimento dos frutos (Fase I); F8 - início da maturação dos frutos; F9 - colheita dos frutos.

As cultivares apresentaram diferenças no ciclo fenológico, evidenciando variações específicas entre elas. A época de poda de frutificação influenciou diretamente o ciclo fenológico de cada cultivar, resultando em alterações na duração do período fenológico (Figura 3). Observou-se maior resposta das cultivares Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha à poda, com antecipação da brotação na época seca-chuvosa. Esse comportamento pode estar atribuído ao aumento de intensidade térmica e radiação solar, associado à redução da umidade relativa devido à menor precipitação nessa fase fenológica (Figura 1).

Em contraste, uma maior precipitação durante a fase de crescimento vegetativo proporcionou retardo do início do florescimento, prolongando-o quando as chuvas foram mais intensas. Já a baixa precipitação antes e durante o florescimento favoreceu a antecipação da uniformidade da floração (Figuras 1 e 3). As variações no florescimento da goiaba são influenciadas por fatores genéticos e climáticos, conforme Medda e Fadda (2022).

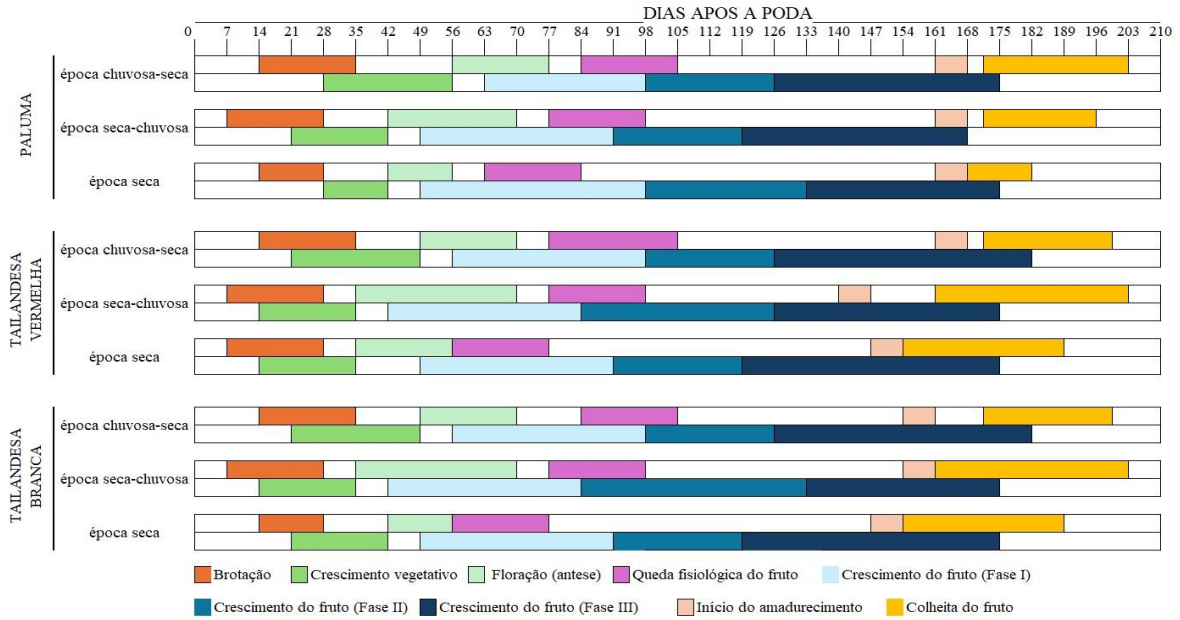


Figura 3 - Fases fenológicas das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a épocas de poda de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca).

De uma maneira geral, o ciclo completo das cultivares de goiabeira, da poda à colheita, variou de 182 a 203 dias. O ciclo mais longo ocorreu na época seca-chuvosa, para cultivares Tailandesa Branca e Vermelha, enquanto na Paluma o ciclo mais longo foi na época chuvosa-seca (Figura 3). Por outro lado, o ciclo mais curto apresentou sincronia em relação à época de poda, onde a época seca proporcionou o menor ciclo para as cultivares estudadas. Além disso, todas as fenofases das cultivares desenvolvidas no período seco (época seca) tiveram o ciclo reduzido em comparação aos demais períodos.

Estudos em diferentes épocas de poda de frutificação têm mostrado variações no ciclo fenológico das principais cultivares de goiaba, que vão de 192 dias a 240 dias (Monteiro *et al*., 2021). Isto se deve à influência do clima, que pode acelerar (ex.: temperaturas mais altas) ou retardar (ex.: temperaturas mais amenas e menor intensidade de luz) o metabolismo fisiológico das plantas, encurtando ou prolongando as fases fenológicas (Matsushita; Nishikawa; Tamura, 2022).

A brotação das cultivares estudadas ocorreu aos 14 e 7 dias após a poda (DAP) nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, respectivamente. Durante a época seca, a cultivar Tailandesa Vermelha apresentou brotação aos 7 dias, enquanto as cultivares Paluma e Tailandesa Branca iniciaram o processo aos 14 dias (Figura 3). O intervalo entre o início da brotação e a conclusão da floração foi de aproximadamente 70 dias para as três cultivares nas

épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa. No entanto, durante o período seco, houve sincronismo entre as cultivares, para o início da brotação e a conclusão da floração, sendo concluída em 56 dias. Logo, se tratando do início da floração, as cultivares de goiaba Tailandesa Vermelha e Tailandesa Branca apresentaram floração mais precoce (35 DAP) em comparação a cultivar Paluma (42 DAP), sobretudo na época seca.

Os dados indicaram que a floração mais precoce nas goiabeiras nas épocas de poda seca-chuvosa e seca estava intimamente relacionada com as condições climáticas registradas no presente estudo (Figura 1). Sendo assim, de uma maneira direta, a fase posterior é comprometida e o pegamento de frutos é reduzido em função dos altos índices de queda fisiológica dos frutos (Farias *et al*., 2019). Logo, observou-se que, do início da floração à colheita, de uma maneira geral, mesmo com a influência das épocas de poda, as cultivares apresentaram uma média de 170 dias, um ponto positivo e já observado anteriormente (Monteiro *et al*., 2021), tendo em vista o planejamento para escalonamento da produção, crucial para a geração de oferta em períodos economicamente mais atrativos.

A duração da queda fisiológica dos frutos para as cultivares Paluma e Tailandesa Branca durou 21 dias nas 3 épocas, enquanto para a cultivar Tailandesa Vermelha, esse período se estendeu para 28 dias quando submetida à poda na época chuvosa-seca (Figura 3). O período entre o início da floração e o início da colheita foi menor na época seca para as cultivares Tailandesa Branca (112 dias) e Vermelha (119 dias), enquanto para a cultivar Paluma foi na época chuvosa-seca, com 114 dias. O maior intervalo ocorreu na época seca-chuvosa, onde todas as cultivares levaram 126 dias do início da floração ao início da colheita.

Durante o desenvolvimento dos frutos, que abrange as fases I, II e III do crescimento, a cultivar Paluma mostrou uma duração mais curta (112-119 dias) nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, enquanto as cultivares Tailandesa Vermelha e Tailandesa Branca tiveram um período de 124-133 dias nas mesmas épocas. Na época seca, todas as cultivares apresentaram um período uniforme de 126 dias, sendo esse período o mais longo para Paluma em comparação às outras épocas (Figura 3).

A cultivar Paluma mostrou consistência nas épocas, com os primeiros frutos maduros surgindo aos 98 dias após a frutificação. Na Tailandesa Branca, os frutos maduros apareceram aos 112 dias na época seca-chuvosa. As cultivares Tailandesa Vermelha e Branca demonstraram maior precocidade na colheita, ocorrendo aos 170, 161 e 154 dias após a poda de frutificação, com duração de 30, 42 e 35 dias nas épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca, respectivamente. Já na Paluma, a colheita começou aos 170 dias, durando 33, 26 e 14 dias para

as três épocas de poda (Figura 3).

Nesse sentido, sugere-se que cada época seja avaliada minuciosamente, mas com base nos resultados é possível inferir que a época de poda, e todas as fases posteriores, no período chuvoso-seco- acarretou colheita mais tardia, sobretudo para cultivar Paluma (Figura 3), chegando até aos 240 dias após a poda (Monteiro *et al*., 2021).

A interação entre cultivares propagadas por enxertia ou estaquia e as épocas de poda de frutificação apresentou significância estatística em todas as características produtivas das goiabeiras, conforme identificado pela análise de variância na tabela 2.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos efeitos de cultivares e estádios de desenvolvimento das fases fenológicas sobre as características produtivas de frutos de goiabeiras propagadas por estaquia e enxertia.

Fontes de variação	**Valor 'F'**				
	IRP	IPF	NFC	PMF	NF
Cultivar/propagação(C)	212.2*	654.7*	7035.0*	937.3*	383.7*
Época de poda (P)	117.4*	2279.3*	32582.0*	5740.5*	2224.9*
C × P	8.8*	168.8*	1026.0*	56.8*	55.5*
CV (%)	7.0	3,3	1.4	1.3	6.7

IRP: índice de ramos produtivos; IPF: índice de pegamento de frutos; NFC: número de frutos colhidos; PMF: peso médio do fruto; NF: Número de frutos. *: indica um nível de significância de p>0,001 pelo teste F. CV: coeficiente de variação.

A poda na época chuvosa-seca proporcionou taxa de ramos produtivos significativamente superior ($p \leq 0,05$) às demais épocas nas cultivares avaliadas, com exceção da Cultivar Tailandesa Branca enxertada, em que as épocas de poda de frutificação não tiveram impacto no índice de ramos produtivos na cultivar (Figura 4).

As cultivares Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha, propagadas por estaquia, se mostraram superiores, com valores de índice de ramos produtivos, atingindo 89,54% e 93,52%, respectivamente. A cultivar Paluma, propagada por estaquia, apresentou os menores índices de ramos produtivos (49%, 19% e 31% nas épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca, respectivamente) (Figura 4).

Em relação aos métodos de propagação, a Tailandesa Vermelha propagada por estaquia teve desempenho superior em todas as épocas de poda em comparação à Tailandesa Vermelha enxertada para índice de ramos produtivos, enquanto a propagação por enxertia proporcionou a cultivar Paluma os melhores índices em relação a essa cultivar propagada por estaquia. Para a Tailandesa Branca, a estaquia foi mais eficiente somente na época chuvosa-seca, e a cultivar

Tailandesa Branca enxertada não exibe diferença nos índices de ramos produtivos nas três épocas de poda.

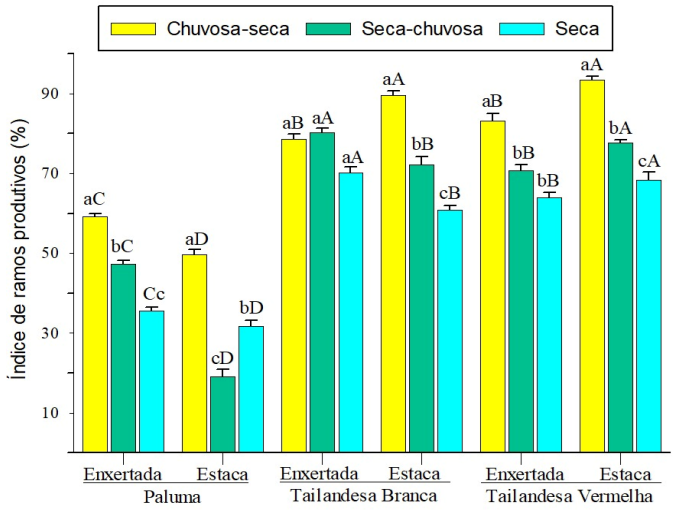


Figura 4 - Índice de ramificação produtiva (IRP) das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época de poda.

O índice de ramos produtivos foi reduzindo a cada época (Figura 4) para cultivares Tailandesa Vermelha (enxertada e estaca), Tailandesa Branca estaca e Paluma enxertada. Com a redução dos ramos produtivos, consequentemente, o índice de pegamento dos frutos foi reduzido. A cultivar Paluma exibiu as menores taxas de frutificação nas épocas de poda, em comparação com as cultivares de goiabeira Tailandesas (Figura 5A). No ciclo da poda da época chuvosa-seca, o índice de frutificação para a cultivar Paluma, propagadas por enxertia e estaca, foi de 45% e 53%, respectivamente. Reduzindo para 31% e 22% na época seca-chuvosa, chegando a 15% para ambos os métodos de propagação na época seca (Figura 5A).

As cultivares Tailandesas tiveram seus menores índices de pegamento de fruto na época seca, enquanto o maior índice ocorreu na época chuvosa-seca para Tailandesa Branca enxertada, e na época seca-chuvosa para Tailandesa Vermelha estaca.

O índice de pegamento de fruto está intrinsecamente conectado às características de cada cultivar e época de poda, ou mesmo com demandas nutricionais de cada cultivar, observando que não há um ordenamento na taxa de pegamento de fruto para cada época, onde os fatores climáticos podem impactar de forma diferente para cada cultivar e método de propagação, como mostra a Figura 5A, na qual a cultivar Paluma obteve melhor índice de

pegamento de fruto na época chuvosa-seca, enquanto que a Tailandesa Vermelha na época seca-chuvosa, ambas, nos dois métodos de propagação.

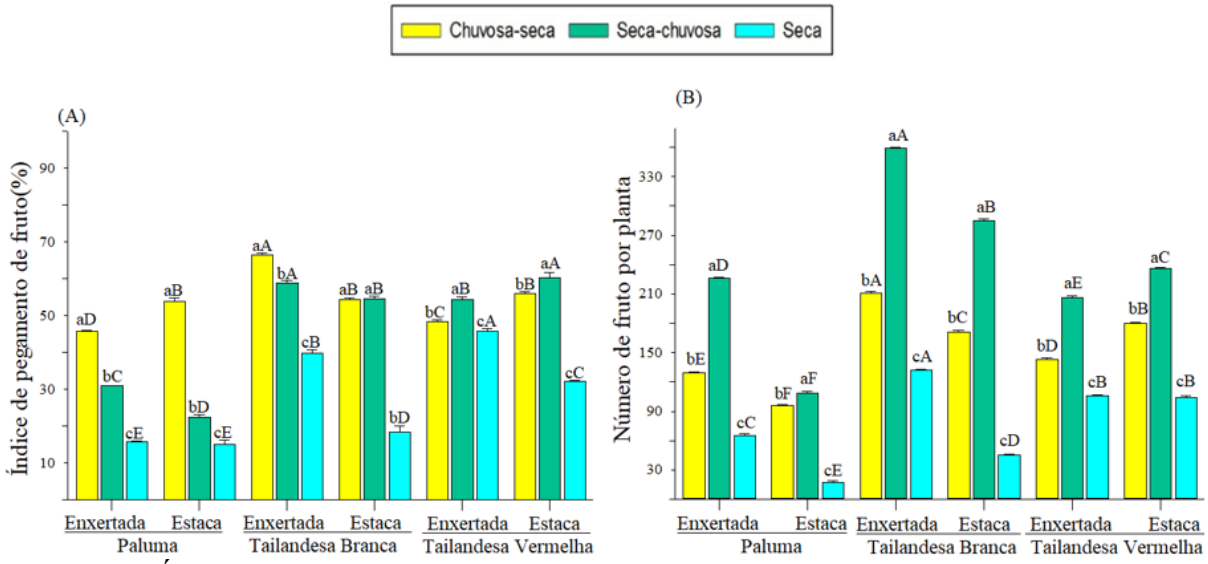


Figura 5 - Índice de pegamento de frutos (A) e número de frutos por planta (B) das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época de poda.

Já a Tailandesa Branca, propagada por estaquia, não apresentou diferença para épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa. Sarkar e Sarkar (2022) encontraram variação na taxa de pegamento de fruto para diferentes cultivares; assim, Fischer e Melgarejo (2021) destacaram que a temperatura desempenha um papel na taxa de pegamento de fruto, com a temperatura ótima para a frutificação da goiaba variando de 23 a 28 °C.

Apesar da redução no índice de pegamento de frutos ao se comparar a poda de época chuvosa-seca com o índice na poda de época seca-chuvosa, nas cultivares Paluma enxertada e Tailandesa Branca (enxertada e por estaca), observa-se um aumento simultâneo na variável frutos colhidos por planta. Esse aumento variou de 129 para 226 frutos nas cultivares Paluma e de 211 para 360 frutos na cultivar Tailandesa Branca nas épocas de poda mencionadas (Figura 5B).

Para a época seguinte (seca), houve redução brusca de 78% e 64% no número de frutos colhidos, nas mesmas cultivares, respectivamente. Para a cultivar Tailandesa Vermelha (enxertada e estaca), o número de frutos colhidos obteve uma tendência de aumento semelhante ao índice de pegamento de frutos. A poda realizada na época seca-chuvosa resultou em um maior número de frutos colhidos. Em contraste, assim como observado nas demais cultivares,

houve uma redução acentuada no número de frutos colhidos durante o período seco.

A cultivar Tailandesa Branca estaca manteve o índice de frutificação da época chuvosa-seca para época seca-chuvosa (Figura 5A), enquanto o número de frutos teve incremento de 66% da primeira para a segunda época, onde foram colhidos 171 e 285 frutos por planta (Figura 5B).

O método de propagação influenciou significativamente o número de frutos colhidos por planta. A enxertia proporcionou um maior incremento no número de frutos colhidos da época chuvosa-seca para a seca-chuvosa em comparação às cultivares propagadas por estaca. Entre as cultivares enxertadas, a Paluma apresentou o maior aumento, com incremento de 74%, seguido por Tailandesa Branca (70%) e Tailandesa Vermelha (44%) (Figura 5B).

Por outro lado, as cultivares propagadas por estaca mostraram uma redução mais acentuada no número de frutos colhidos da época seca-chuvosa para a seca. Essa redução foi de 84% para Paluma e Tailandesa Branca, enquanto Tailandesa Vermelha apresentou uma redução de 55%. Apesar da cultivar Tailandesa Branca propagada por estaquia apresentar o mesmo índice de frutificação nas podas de épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa (54%) (Figura 5A), a cultivar apresentou incremento significativo de 66% no número de frutos colhidos por planta, totalizando 284 frutos colhidos na época seca-chuvosa (Figura 5B).

A poda da época seca proporcionou redução na taxa de frutificação (Figura 5A), número de frutos colhidos por planta (Figura 5B) e peso médio do fruto (Figura 6A) nas cultivares avaliadas, comparados às duas épocas anteriores (chuvosa-seca e seca-chuvosa). Refletindo diretamente a queda da produção das cultivares (Figura 6B).

Para o peso médio do fruto, o método de propagação por enxertia condiciona às cultivares Paluma e Tailandesa Branca o melhor peso médio nas 3 épocas de poda (Figura 6A), quanto às propagadas por estaquia. Quanto ao método de propagação, a cultivar Tailandesa Vermelha expressa seus resultados conforme a época de poda, onde na época chuvosa-seca não houve diferença significativa para peso médio do fruto, na época seca-chuvosa a propagação por estaquia expressa as maiores médias para o peso médio do fruto e, a cultivar Tailandesa Vermelha enxertada e com poda na época seca apresentou melhor desempenho em relação ao peso médio do fruto, se destacando das demais no estudo.

A variação do número de frutos colhidos por planta e peso médio dos frutos pode impactar diretamente na produção, a exemplo da cultivar de goiaba Tailandesa Branca propagada por enxertia, com incremento de 91% na produção na época seca-chuvosa em

relação à época chuvosa-seca (Figura 6B), mesmo com o menor acréscimo no peso médio do fruto, de 20 g, chegando a 196 g na época seca-chuvosa, mas em contrapartida, o número de frutos colhidos por planta houve aumento de 70%, totalizando 359 frutos na poda da época seca-chuvosa (Figuras 5B).

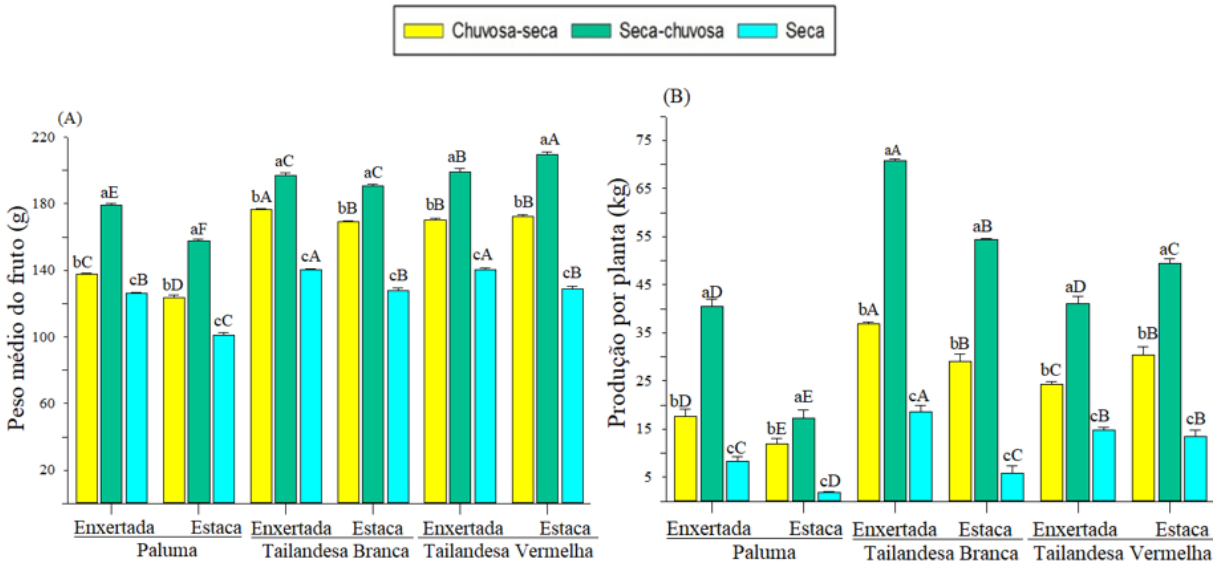


Figura 6 - Peso médio dos frutos (A) e Produção por planta (B) das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época de poda.

O pico de produção de frutos alcançado durante a poda da época chuvosa-seca foi de 37 kg por planta para a cultivar Tailandesa Branca, propagada por enxertia. No entanto, na poda realizada na época seca-chuvosa, essa cultivar no mesmo método de propagação apresentou um incremento significativo, produzindo 70,7 kg por planta (Figuras 6B).

O melhor desenvolvimento dos frutos foi observado durante a época de poda seca-chuvosa pode ser atribuído às condições climáticas mais favoráveis prevalentes durante todo o período de crescimento dos frutos. Especificamente, acredita-se que temperaturas altas e maior umidade relativa (Figura 1) tenham influenciado positivamente os processos metabólicos e fotossintéticos das plantas de goiaba. Esse aumento geral no desenvolvimento da planta e no metabolismo fotossintético durante a poda de época seca-chuvosa resultou em um maior número de frutos por planta, aumento no peso médio do fruto, contribuindo para uma maior produção geral de frutos quando comparado à época de poda chuvosa-seca e seca para todas as cultivares de goiabeira, visto que nessas estações, o desenvolvimento dos frutos ocorreu sob alta incidência de luz, provocando alta temperatura, consequentemente, baixa umidade, saindo

da faixa ideal para desenvolvimento do fruto (Fischer; Melgarejo, 2021).

A cultivar de goiaba Paluma, quando propagada por estaquia, apresentou produção de 11; 17 e 1,7 kg de frutos por planta nas podas das épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca, respectivamente. Em contraste, as cultivares de goiaba Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha propagadas por estaquia demonstraram maior produção de frutos: 29 e 30 kg por planta na época chuvosa-seca, 54 e 49 kg por planta na época seca-chuvosa, com queda significativa ($p \leq 0,05$) na época seca, com produção de 5 e 13 kg por planta, respectivamente, superando significativamente ($p \leq 0,05$) a produção de frutos da cultivar Paluma (Figura 6B).

Nesta investigação, a cultivar de goiaba Paluma, quando propagada por estacas, apresentou uma produção de frutos relativamente baixa em relação às demais cultivares, situação essa associada à infestação pelo nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*), que se hospedam no sistema radicular, bloqueando o fluxo de nutrientes (Oliveira *et al*., 2024). Em contraste, a cultivar Tailandesa Vermelha apresentou maior produção quando propagada por estaquia, por ser, possivelmente, tolerante ao nematoide (Casagrande *et al*., 2020), enquanto a cultivar Paluma apresenta suscetibilidade à infestação.

A análise de componentes principais (ACP) explicou 93,2% da variação total dos dados, com 78,47% no componente principal 1 (CP1) e 14,73% no componente principal 2 (CP2) (Figura 7).

Nessa perspectiva, pode-se observar que as variáveis produção, peso médio dos frutos e número de frutos estão mais relacionados com as cultivares Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha, independentemente do método de propagação. Tendo maior influência quando as plantas foram podadas na época seca-chuvosa. Por outro lado, a taxa de pegamento dos frutos e de ramos produtivos, embora apresentasse maior relação com as cultivares Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha, e independentemente do método de propagação, a poda na época chuvosa-seca influenciou de forma mais substancial.

Em suma, a análise multivariada deixou claro a estreita relação entre as variáveis de produção (peso médio e número de frutos) e as cultivares Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha, na época seca-chuvosa. Sugere-se que as relações exploradas pela APC estejam atribuídas a fatores genéticos, características fisiológicas e outras características específicas da cultivar. Portanto, selecionar cultivares com características genéticas desejáveis adaptadas a condições ambientais específicas e metas de produção é uma estratégia comum na agricultura (García-Gómez *et al*., 2020), e cada vez mais necessária. Além disso, certas cultivares podem exibir compatibilidade com métodos de propagação específicos, levando a uma produção

aprimorada nessas condições (Cockerton *et al*., 2021).

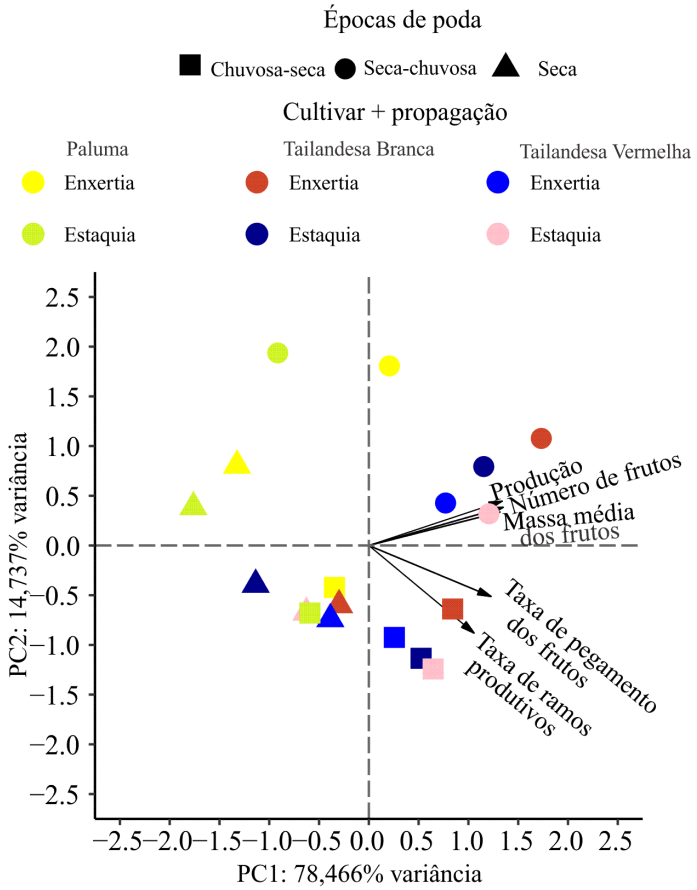


Figura 7 - Análise de Componentes Principais (ACP) das cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca).

A sugestão de que os parâmetros de produção estão correlacionados com as cultivares usadas no experimento sugere diferenças inerentes na produção entre as cultivares, independentemente do método de propagação. Isso pode ser atribuído a fatores genéticos, características fisiológicas ou outras características específicas da cultivar que influenciam a produção. Essas variações genéticas podem se manifestar em características como resistência a doenças, tempo de floração, tamanho do fruto e potencial de rendimento. Selecionar cultivares com características genéticas desejáveis adaptadas a condições ambientais específicas e metas de produção é uma estratégia comum na agricultura (Zahid *et al*., 2022).

Os resultados obtidos para ramos produtivos (Figura 4), índice de pegamento de frutos (Figura 5A), número de frutos por planta (Figura 5B), peso médio dos frutos (Figura 6A) e produção (Figura 6B) destacam a influência negativa do ataque do fitonematoide *Meloidogyne enterolobii* em cultivares propagadas por estaquia.



Figura 8 - Representação de plantas das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca), após o terceiro ciclo de cultivo.

O diagnóstico desse problema fitossanitário permitiu identificar o problema que culminou em desempenho baixo produtivo, associado ao reduzido desenvolvimento vegetativo, conforme evidenciado na figura 8. A diferença visual entre as plantas propagadas por enxertia no porta-enxerto resistente *BRS Guaraçá* e aquelas propagadas por estaquia, suscetíveis à praga, reforça o impacto do nematoide sobre o vigor e a produtividade das plantas.

É importante ressaltar também que todas as cultivares propagadas por estaca sofreram com a infestação do *Meloidogyne enterolobii*, resultando em menor taxa de pegamento de fruto, peso médio dos frutos, produção, como observado na época seca, onde as plantas já

apresentavam características visuais da infestação (Figura 8). O nematoide é prevalente em solos cultivados com goiaba no Brasil, levando à redução do desenvolvimento vegetativo, inibição da emissão de botões florais, provocando abortamento de flores e frutos (Thakre, 2020), causando redução significativa da produção (Oliveira *et al*., 2024).

A figura 8 permite uma comparação visual entre os dois métodos de propagação adotados e suas respostas ao ambiente de cultivo. Nota-se que, apesar das diferenças no método de propagação, as plantas apresentam características fenotípicas de adaptação distintas, influenciadas tanto pelas condições climáticas da região quanto pela interação com o ciclo de poda.

Após o diagnóstico da presença do nematoide *Meloidogyne enterolobii* nas áreas experimentais, não foram adotadas medidas de controle fitossanitário. Essa decisão foi tomada intencionalmente com o intuito de avaliar a capacidade de resiliência das cultivares frente ao ataque do nematoide, considerando os diferentes métodos de propagação e épocas de poda. Tal procedimento permitiu elucidar as limitações e os potenciais das cultivares propagadas por estaquia e enxertia, especialmente quanto ao uso de porta-enxertos resistentes, como o BRS Guaraçá.

4.4 Conclusões

A época de poda de frutificação tem efeito na fenologia das cultivares de goiabeira Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha, independentemente do método de propagação, seja por enxertia ou estaquia, apresentando ciclo mais longo nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, com maior taxa de pegamento de frutos, número de frutos colhidos, peso médio e produção total de frutos.

A poda na época seca deve ser evitada, por proporcionar baixo rendimento produtivo em todas as cultivares estudadas, enquanto a poda de época seca-chuvosa é mais indicada nas regiões tropicais.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, T. F. L.; LIMA, G. S.; SILVA, A. A. R.; AZEVEDO, C. A. V.; SOUZA, A. R.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; LIMA, V. L. A.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S.; CHAVES, L. H. G.; SABOYA, L. M. F. Salicylic acid as a salt stress mitigator on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth of precocious-dwarf cashew in the post-grafting phase. **Plants**, v. 12, n. 15, p. 2783, 2023.

CASAGRANDE, I. P.; OLIVEIRA, G. D.; LEITE, G. W. P.; TEIXEIRA, G. H. A.; Feasibility of omega bench grafting in guava tree (Psidium guajava L.) propagated via herbaceous stem cutting. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 95, n. 2, p. 229-234, 2019.

CAVALCANTI JUNIOR, E. A.; MORAES FILHO, R. M.; ROSSITER, J. G. A.; MONTARROYOS, A. V. V.; MUSSER, R. S.; MARTINS, L. S. S. Reação de genótipos do gênero *Psidium spp*. a *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p. 333-339, 2020.

COCKERTON, H. M.; KARLSTRÖM, A.; JOHNSON, A. W.; LI, B.; STAVRIDOU, E.; HOPSON, K. J.; WHITEHOUSE, A. B.; HARRISON, R. J. Genomic informed breeding strategies for strawberry yield and fruit quality traits. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 724, 2021.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa. 2018. 356 p.

FARIAS, W. C.; CÂMARA, F. M. M.; PEREIRA, E. C.; COSTA, J. M.; PEREIRA, G. A.; MENDONÇA, V. Phenology and production of guava tree cv. 'Paluma' pruned at different seasons in Mossoro–RN, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v.10, n.3, p. 376-383, 2019.

FISCHER, G.; MELGAREJO, L. Ecophysiological aspects of guava (*Psidium Guajava* L.). A review. **Colombiana Journal Horticola Scienece**, v. 15, n. 2, e12355, 2021.

FLORI, J. E.; DEON, M. D. I. BRS Guaracá: Novo porta-enxerto para o enfrentamento do nematoide-das-galhas da goiabeira. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2022. 7 p. (Comunicado Técnico, 190).

GARCÍA-GÓMEZ, B. E.; SALAZAR, J. A.; NICOLÁS-ALMANSA, M.; RAZI, M.; RUBIO, M.; RUIZ, D.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, P. Molecular bases of fruit quality in prunus species: an integrated genomic, transcriptomic, and metabolic review with a breeding perspective. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 1, p. 333, 2020.

GRAY, S. B.; BRADY, S. M. Plant developmental responses to climate change. **Developmental Biology**, v. 419, n. 1, p. 64-77, 2016.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. *In:* KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (eds). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Bornträger. 1936. p. 1-44.

LOURENÇO, A. M. S.; SANTOS, C. A. F.; SILVA, D. O. M. Compatibility and phenotypic variability of guava accessions grafted on *BRS Guaraçá* rootstock: vegetative and fruit production traits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e71259, 2022.

MARTINS, A. N.; NARITA, N.; SUGUINO, E.; HIROSHI S.; TAKATA, W. Desempenho de cultivares de goiabeiras em ambientes irrigado e sequeiro. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 2, p. 82-89, 2020.

MATSUSHITA, M.; NISHIKAWA, H.; TAMURA, A. Effects of girdling intensity, pruning season and thinning on tree growth, crown vigor and wound recovery in japanese larch. **Forests**, v. 13, n. 3, p. 449, 2022.

MEDDA, S.; FADDA, A. M. M. Influence of climate change on metabolism and biological characteristics in perennial woody fruit crops in the Mediterranean environment. **Horticulturae**, v. 8, n. 4, p. 273, 2022.

MIAO, B. L.; LIANG, C. Z.; HAN, F.; LIANG, M.; ZHANG, Z. Responses of phenology to climate change over the major grassland types. **Acta Ecologica sinica**, v. 36, p. 7689-7701, 2016.

MONTEIRO, V. F. C.; GONÇALVES, E. D.; MOURA, P. H. A.; SILVA, L. V.; MARTINS, F. B.; NORBERTO, P. M. Phenological stages of the 'Paluma' guava tree in a region of subtropical climate according to the BBCH scale. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, p. 177, 2021.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da Goiaba: do Plantio à comercialização**, Jaboticabal: FCAV, 2009.

OLIVEIRA, P. G.; QUEIROZ, M. A.; CASTRO, J. M. C. E.; RIBEIRO, J. M.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, M. J. L. Reaction of *Psidium* Spp. accessions to different levels of inoculation with *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 419-428, 2019.

OLIVEIRA, W.; COLARES, L. C.; PORTO, R. G.; VIANA, B. F.; TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Food plants in Brazil: origin, economic value of pollination and pollinator shortage risk. **Science of the Total Environment**, v. 912, p. 169147, 2024.

PINEDA, M.; YU, B.; TIAN, Y.; MORANTE, N.; SALAZAR, S.; HYDE, P. T.; SETTER, T. L.; CEBALLOS, H. Effect of pruning young branches on fruit and seed set in cassava. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1107, 2020.

R CORE TEAM. R: **Uma Linguagem E Ambiente Para Computação Estatística**. Fundação R Para Computação Estatística. Viena, Áustria, 2020. Disponível em: Https://Www.R-Project.Org/. Acesso em: 02 mai. 2025.

RIBEIRO, M. D. S.; SOUSA, V. F. O.; BOMFIM, M. P.; RODRIGUES, M. H. B. S. Vegetal propagation by cutting and mini-cutting in the guava shrub cultivated in mini-buffers and substrates. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n.1, p. 1-14, 2021.

SANTOS, A. S. D.; PEREIRA, G. A.; FONSECA, W. L.; ZUFFO, A. M.; CUNHA, J. G.; SOARES, N. P.; MORAIS, E. M.; NASCIMENTO, A. A. S.; SANTOS, D. P.; ALMEIDA, M.

S.; AGUILERA, J. G.; MORALES-ARANIBAR, L.; SALCEDO, E. P.; CHURA, R. M. M.; CONTRERAS, W. C.; ALEJO, R. C. Photosynthetic assimilation of the guava (*Psidium Guajava*) Cv. 'Paluma' under different pruning and fruit thinning intensities. **Agronomy**, v. 13, n. 6, p. 1-11, 2023.

SANTOS, C. A. F. **Produção de mudas do BRS Guaraçá: porta-enxerto de goiabeira resistente ao nematoide-das-galhas**. Embrapa Semiárido. 2020. p 1-6. (Comunicado Técnico).

SARKAR, T.; SARKAR, S. K. Pollination characteristics and intervarietal hybridization of Psidium guavaja. **Journal of Crop Weed**, v. 18, n. 1, p. 96-103, 2022.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V.; RONCHI, C. P.; TARDIN, F. D. Fenologia da goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivos, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Revista Bragantia**, v. 67 n. 3, 701-712, 2008.

SPANÒ, R.; FERRARA, M.; GALLITELLI, D.; MASCIA, T. The role of grafting in the resistance of tomato to viruses. **Plants**, v. 9, n. 8, p. 1042, 2020.

SRIVASTAVA, K.K.; KUMAR, D.; SINGH, S.R.; BARMEN, P.; KUMAR, P. Pruning in guava (*Psidium Guajava*). A Review. **Current Horticulture**, v. 10, n. 2, p. 12-15, 2022.
SUJEEUN, L.; THOMAS, S. C. Biochar rescues native trees in the biodiversity hotspot of Mauritius. **Forests**, v. 13, n. 2, p. 277, 2022.

THAKRE, B. Biological control of citrus *Psylla* (*Diaphorina citri*) on nagpur mandarin. **Agriculture & Food E-News**, v. 2, p. 97-99, 2020.

VITTI, K. A.; LIMA, L. M.; MARTINES FILHO, J. G. Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, e447, 2020.

ZAHID, G.; KAÇAR, Y. A.; SHIMIRA, F.; IFTIKHAR S.; NADEEM M. A. Recent progress in omics and biotechnological approaches for improved mango cultivars in Pakistan. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 69, n. 6, p. 2047-2065, 2022.

5 CAPÍTULO 3

ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM FRUTOS DE GOIABEIRAS SOB INFLUÊNCIA DO PORTA-ENXERTO BRS GUARAÇÁ E DA ÉPOCA DA PODA DE FRUTIFICAÇÃO

RESUMO

No cultivo da goiabeira são muitos os desafios para chegar a essa produção, enfrentando fatores bióticos e abióticos, que interferi na qualidade físico-química sendo utilizado técnica de propagação com porta-enxerto resistente a fatores bióticos. O trabalho objetivou avaliar a qualidade dos frutos de cultivares de goiabeiras propagadas vegetativamente e submetidas a diferentes épocas de poda de frutificação (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Alvorada do Gurguéia (FEAG), CPCE-UFPI, de fevereiro/2022 a novembro/2023, em blocos casualizados, com 4 repetições em arranjo fatorial 3x6, sendo i) 3 épocas de desenvolvimento dos frutos (chuvosa-seca, seca-chuvosa, seca), ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailandesa Vermelha enxertada, Tailandesa Vermelha estaca, Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca). Foram avaliadas a qualidade química (sólidos solúveis, acidez titulável, ratio e pH), qualidade fenólica (β-carotenos, flavonoides e vitamina C) e qualidade física (firmeza, índice de cor, rendimento de polpa, densidade e volume). A cultivar Tailandesa Branca estaca apresentou os melhores resultados de vitamina C nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, e na época seca foi a cultivar Paluma estaca, o menor valor do estudo foi encontrado nas cultivares Tailandesa Branca enxertada. As características dos frutos apresentaram respostas diretas quanto à época de desenvolvimento do fruto, sendo assim necessário observar a escolha adequada da época para obter melhor rendimento e qualidade.

Palavras-chave: BRS Guaraçá, Enxertia, *Psisium guajava* L., *Meloidogyne enterolobii*.

5.1 Introdução

O cultivo da goiabeira enfrenta desafios significativos, como estresses bióticos e abióticos, que afetam sua produção, sendo um desses desafios os danos provocados pelo nematoide *Meloidogyne enterolobii*, sendo considerada a principal praga da goiabeira, o nematoide provoca alterações no ciclo fenológico, desde a poda à colheita e fisiológico, contribuindo para queda da produção (Cavalcanti Junior *et al*., 2020). Com isso, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em busca de sanar o problema, lançou em 2019 o porta-enxerto resistente ao nematoide de galha, o híbrido BRS Guaraçá, que tem demonstrado eficácia no controle, além de melhorar a produtividade e qualidade dos frutos (Flori; Deon, 2022), até então, este tem sido o único meio eficiente no controle do nematoide na goiabeira.

O porta-enxerto BRS Guaraçá desempenha um papel fundamental no manejo fitossanitário dos pomares de goiabeira, contribuindo significativamente para a redução da incidência de nematoides (Spano *et al*., 2020). A introdução do mesmo, trouxe avanços no manejo propagativo da cultura. Anteriormente, a estaquia era amplamente utilizada como método de propagação, consiste no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira para a formação de novas plantas (Santos, 2020). Contudo, esse método tem sido substituído pela propagação via enxertia utilizando o porta-enxerto BRS Guaraçá, que proporciona resultados agronômicos superiores, tanto em termos de produtividade quanto de sanidade das plantas.

Além disso, outro ponto crítico relacionado à produção de goiabeiras é a qualidade dos frutos, que desempenha um papel essencial na aceitação do mercado consumidor. Essa qualidade é determinada por aspectos físicos, como firmeza da polpa, cor da casca, volume do fruto, e por aspectos químicos, como sólidos solúveis totais, vitamina C, acidez titulável, compostos fenólicos e pH (Kalsum *et al*., 2018). Frutos com boas condições físicas são mais atraentes e podem impactar positivamente as características químicas do fruto, apresentando correlações entre si (Gomes *et al*., 2023).

A goiabeira é uma das frutíferas tropicais mais relevantes, cultivada amplamente em regiões tropicais e subtropicais devido à sua versatilidade para consumo in natura e processamento industrial (Manjusha *et al*., 2022). Seu fruto destaca-se pelo alto valor nutricional, sendo rico em vitaminas A, C e, e amplamente utilizado na produção de polpa, sucos, geleias e doces (Prabhudesai; Biyani; Umekar, 2019; Manjusha *et al*., 2022).

Além do valor nutricional, a goiaba possui compostos bioativos, como carotenoides e

flavonoides, que apresentam propriedades antioxidantes. Os carotenoides estabilizam espécies reativas de nitrogênio e oxigênio, contribuindo para a defesa celular e prevenção de doenças crônicas, incluindo câncer, obesidade, diabetes e doenças neurodegenerativas (Durán-Soria *et al*., 2021; Lu *et al*., 2022). Flavonoides, por sua vez, atuam na defesa da planta contra estresses bióticos e abióticos e possuem efeitos antidiabéticos, anti-inflamatórios e cardioprotetores, além de auxiliarem na prevenção de osteoporose e câncer de mama (Zhang *et al*., 2020; Zhu *et al*., 2020; Selvakumar *et al*., 2020; Liu *et al*., 2021).

Vale ressaltar que a qualidade físico-química da goiaba é influenciada por diversos fatores, incluindo aspectos físicos e químicos do fruto, circunstâncias climáticas, técnicas de manejo e propagação (Verma *et al*., 2024). Até a cultivar tem impacto na composição fitoquímica dos frutos. Se tratando disso, dentre as principais cultivares comerciais, a Paluma é uma das mais popular e amplamente cultivadas, e apresenta frutos de tamanho médio com polpa vermelha (Santos *et al*., 2023), sendo a preferida pelos consumidores e pelos produtores (Arruda *et al*., 2023); a Tailandesa, originária de Tailândia, com frutos grandes, com polpa de coloração branca ou vermelha (Martins *et al*. 2020), sendo indicadas para o consumo in natura ou processamento (polpa, doces, geleias).

Além do mais, a qualidade dos frutos da goiabeira é determinada pelas características intrínsecas das cultivares (Farias *et al*., 2017) e manejos, tais como, a propagação vegetativa (Lourenço; Santos; Silva, 2022) e a época da poda de frutificação e desenvolvimento dos frutos (Santos *et al*., 2023). A propagação vegetativa garante uniformidade na qualidade dos frutos (Ribeiro *et al*., 2021). A poda de frutificação surge como uma prática vital permitindo melhor controle e distribuição do crescimento vegetativo da planta e desenvolvimento dos frutos (Pineda *et al*., 2020).

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar a qualidade físico-química dos frutos de cultivares de goiaba, propagadas vegetativamente considerando diferentes épocas de poda de frutificação (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca).

5.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no pomar experimental do FRUTAGRO (FEAG/CPCE/UFPI) localizado em Alvorada do Gurguéia, Piauí, Brasil (8°22'30" S, 43°51'06" W). O clima da região é classificado como tropical (Aw) segundo o sistema de

Köppen. Com estações quente e seca (inverno) de abril a outubro e quente e chuvosa (verão) de novembro a março, com uma precipitação anual média de 1.400 mm e uma temperatura média anual de 30 °C, variando de 15 a 42 °C. As condições climáticas durante o experimento estão representadas na figura 9.

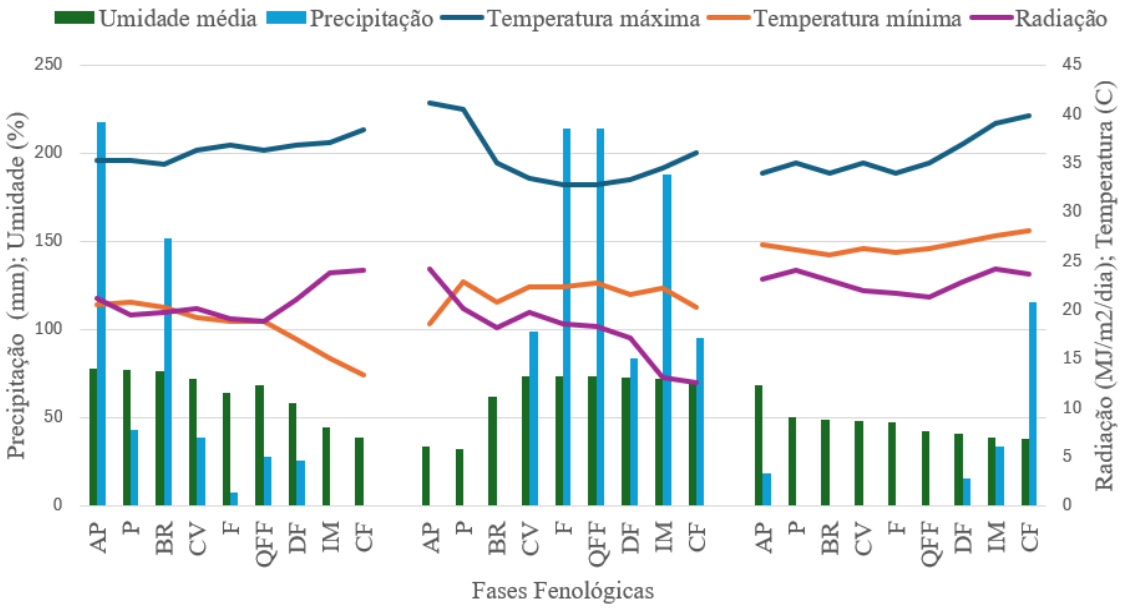


Figura 9 - Dados meteorológicos registrados durante três ciclos produtivos de goiabeiras submetidas à poda para frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca), de janeiro de 2022 a novembro de 2023. AP: Antes da poda; P: Poda; B: Brotação; CV: Crescimento vegetativo; F: Floração; QFF: Queda fisiológica dos frutos; DF: Desenvolvimento dos frutos; IM: Início da maturação; CF: Colheita dos frutos.

Antes de cada poda de frutificação, amostras de solo foram coletadas até a profundidade de 0,40 m para caracterizar as propriedades físico-químicas do solo. A área experimental do pomar de goiabeiras possui solo arenoso (11% argila, 2% silte e 87% areia) e baixa fertilidade natural. Os principais resultados da análise química do solo estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,20 m antes das podas para frutificação de goiabeiras, nas épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca.

Época de poda	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn
	H_2O	g kg^{-1}	mg dm^{-3}	----------$cmol_c$ dm^{-3}----------					%		----------mg dm^{-3}-----		
Chuvosa-seca	5.0	7.4	7.7	0.05	0.43	0.02	1.55	1.20	23.6	0.08	39.2	11.6	0.03
Seca-chuvosa	4.9	6.0	29.1	0.15	0.71	0.10	1.22	1.74	42.4	0.04	61.0	11.8	1.23
Seca	5.9	7.0	31.7	0.16	1.00	0.70	1.30	1.56	48,3	0.07	67.1	15.3	1.35

OM: Matéria orgânica; CTC: Capacidade de troca catiônica; V: Saturação por base.

O pomar foi implantado em abril de 2021, com espaçamento entre plantas de 5 × 5

metros, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2018). Foram utilizadas três cultivares de goiabeira: Paluma, Tailandesa Vermelha e Tailandesa Branca, propagadas por enxertia no porta-enxerto BRS Guaraçá. Estas mesmas cultivares foram propagadas por estaquia.

O experimento foi disposto em um delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições, cada repetição com 3 plantas em arranjo fatorial 3x6. Os fatores corresponderam a: i) época de desenvolvimento do fruto (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca) e, ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailandesa Vermelha enxertada, Tailandesa Vermelha estaca, Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca), iniciando o ciclo fenológico com a poda para frutificação e finalizando na colheita.

Foram realizadas 3 podas de frutificação, com intensidade média, nas datas abaixo, caracterizando as receptivas épocas de poda de frutificação:

1ª> 05/02/2022, época chuvosa-seca, poda no período chuvoso e colheita no período seco;

2ª> 08/10/2022, época seca-chuvosa, poda no período seco e colheita no período chuvoso;

3ª> 06/05/2023, época seca, poda e colheita ocorreram no período seco.

A correção do solo e a adubação do pomar de goiabeiras foram realizadas com base na análise do solo (Tabela 3) e nas necessidades da cultura, conforme proposto por Natale *et al*. (2009). Posteriormente, as doses de fertilizantes minerais foram divididas em três momentos de aplicação: na poda de frutificação, floração e início do crescimento dos frutos (Fase I). Foi utilizada irrigação complementar em sistema de microaspersão, com um microaspersor por planta, com uma vazão de 80 L h^{-1}. Ao término de cada ciclo foram coletados solo e raízes das plantas para análises da presença e infestação de nematoides e enviado para o Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Piauí – IFPI, Campus Uruçuí.

Durante cada colheita, foram separados 12 frutos/parcela (4 frutos/planta), todos padronizados no estágio de maturação 3 (casca verde-amarelada), e levados para Laboratório de Fitotecnia da UFPI, para análises físico-química e compostos fenólicos.

Nas análises físicas foi determinado o: rendimento de polpa: obtido na equação 1; volume do fruto (ml) e Densidade (g/ml) foi determinado conforme Mohsenin (1980); cor: conforme Camelo e Gomes (2004); firmeza da polpa foi avaliada com penetrômetro digital, ponteira plana com 8mm de diâmetro, tomando-se duas leituras por fruto. Os resultados foram

expressos em Newton (N).

Equação 1 $$RP=(\frac{PP}{PF}) * 100$$

RP= rendimento de polpa
PP= peso da polpa
PF= peso do fruto

Para qualidade química foi determinado na polpa o teor de: sólidos solúveis, com refratômetro digital Biobrix, modelo ATC 104-D, com escala de 0 a 45º Brix, com compensação de temperatura automática; a Acidez titulável (AT) conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando uma amostra de 5ml de suco puro, com solução de NaOH 0,1 N, titulando em duplicata, expressando os resultados em percentagem (%) de ácido cítrico na polpa; o Ratio**:** obtido mediante a relação entre o conteúdo de sólidos solúveis e a acidez titulável; o pH da polpa por meio da leitura direta na amostra com pHmetro marca Hanna, modelo HI 2211 40.

Na quantificação de compostos fenólicos foi determinado o teor de: Vitamina C: conforme AOAC (1992), e expresso em mg/100ml de polpa; Antocianinas e flavonoides amarelos: seguiram a metodologia de Francis (1982) e expressos em $mg.100g^{-1}$ de polpa e licopeno e βcaroteno: conforme metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992) e expressos em mg/100 ml.

Foi realizado avaliação dados quanto à sua normalidade pelo teste de shapiro-wilk, homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett, independência dos erros por análise gráfica dos resíduos e após cumpridos esses requisitos submetidos à análise de variância. Logo após, as médias foram comparadas usando o teste de Tukey com nível de probabilidade de 5%. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2020).

5.3 Resultados e Discussão

Conforme os resultados obtidos nas análises, foi constatada interação significativa

cultivares + métodos de propagação x época de desenvolvimento do fruto (Tabela 4). As características químicas do fruto da goiabeira variaram de acordo com a cultivar e o método de propagação, sendo que essas variações são influenciadas pela época de desenvolvimento do fruto. Conforme ilustrado na figura 10, os valores da composição química dos frutos, como sólidos solúveis, acidez titulável, ratio e pH, são afetados tanto pelo método de propagação quanto pelo estágio de desenvolvimento dos frutos, apresentando diferenças entre as cultivares.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância dos efeitos de cultivares/propagação e épocas de poda de frutificação sobre as características físico-químicas e fenólicas de frutos de goiabeira propagados por estaquia e enxertia.

FV	Valor 'F'						
	SS	TA	RT	pH	VC	LP	BC
(C)	1,6^{ns}	8,6*	184,8*	2,6*	162*	5455*	1318*
(D)	54*	55*	3771*	176*	13420*	103*	1889*
C × D	4*	2,69*	194*	4,4*	188*	377*	428*
CV(%)	7,14	7,03	1,00	3,23	1,61	3,72	5,3
	FN	AT	VF	RP	DS	IC	FF
(C)	6*	20*	3166*	1807*	25*	1871*	309*
(D)	26*	30*	50540	44114*	347*	180*	928*
C × D	8*	20*	765*	2647*	79*	163*	94*
CV(%)	12	16	0,74	0,14	4,06	4,26	5,3

Note: Asteriscos indicam nível de significância de: * p>0,01, **>0,05 e ns> não significativo pelo teste F.
FV: Fontes de Variação; C: Cultivar/propagação; D: Época de desenvolvimento; CV: coeficiente de variação; SS: Sólidos solúveis; AT: Acidez titulável; RT: Ratio; Ph: pH; VC: Vitamina C; LP: Licopeno; BC: β-caroteno; FN: Flavonoides; AT: antocianina; VF: Volume do fruto; RP: Rendimento da polpa; DF: Densidade do fruto; IC: Índice de cor; FF: Firmeza do fruto.

Quanto aos teores de sólidos solúveis, a figura 10A, mostra que as cultivares Tailandesas (Branca e Vermelha), propagadas tanto por enxertia quanto por estacas, mantiveram-se estatisticamente semelhantes em relação aos valores obtidos nas épocas chuvosa-seca e seca, caracterizados pelo desenvolvimento dos frutos sob períodos de alta temperatura, sem precipitação e umidade baixa. A cultivar Paluma também apresentou resultados estatisticamente semelhantes, mas apenas para a época chuvosa-seca. Por outro lado, em comparação aos frutos das cultivares que se desenvolveram durante períodos chuvosos, com alta umidade relativa e temperaturas mais amenas (época seca-chuvosa) apresentaram valores estatisticamente mais baixos de sólidos solúveis totais.

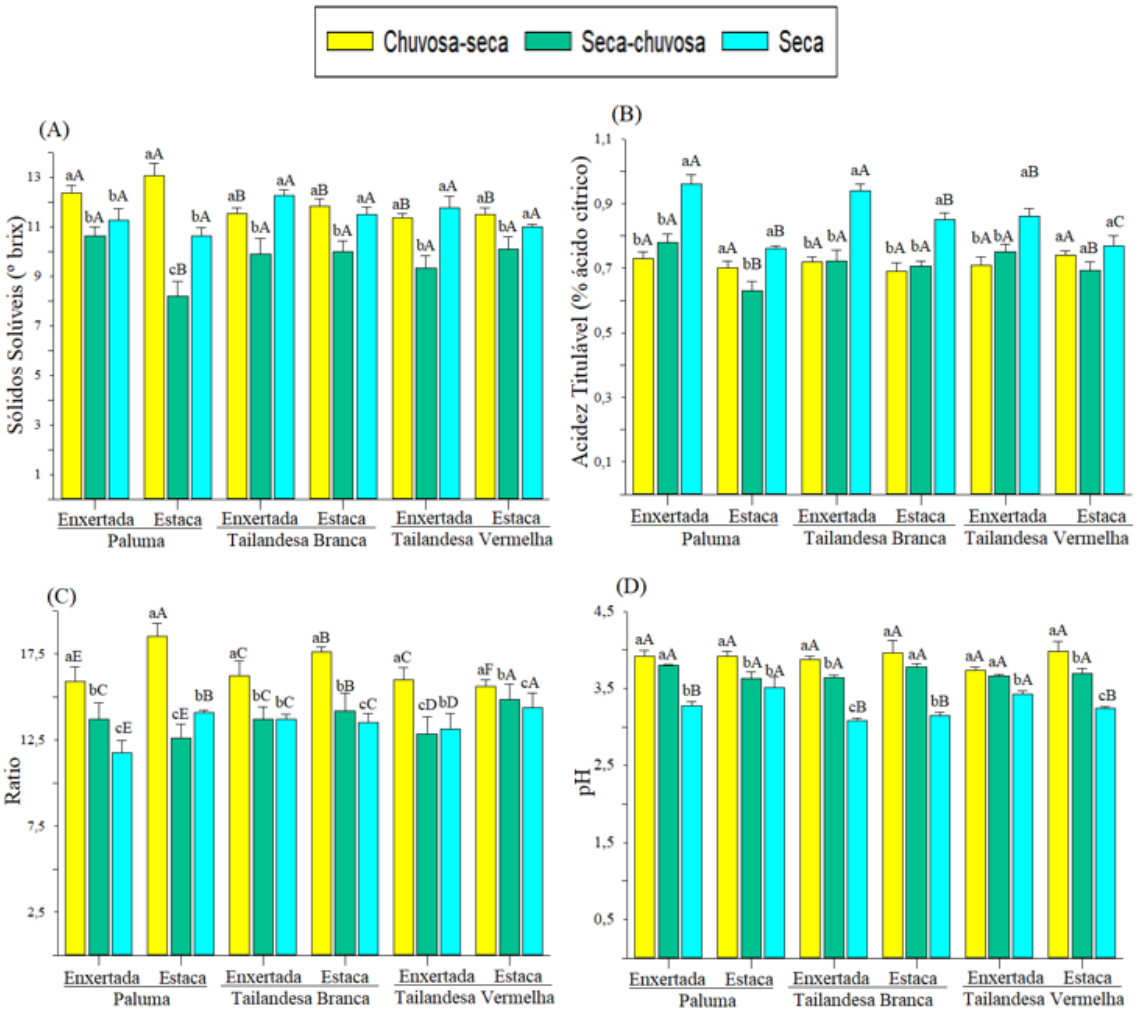


Figura 10 - Sólido solúvel (A), acidez titulável (B), ratio (C) e pH (D) do fruto das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época.

Esse comportamento pode estar associado ao fato de que temperaturas elevadas desempenham um papel crucial na aceleração do metabolismo dos frutos, promovendo um amadurecimento mais rápido e resultando em um sabor mais doce, refletido nos valores de °Brix (Srivastava *et al*., 2023).

Assim, sugere-se que as condições térmicas influenciem diretamente nos teores de sólidos solúveis. No estudo, a cultivar Paluma propagada por estaquia apresentou o maior teor de sólidos solúveis na época chuvosa-seca e o menor na época seca-chuvosa (Figura 10A). As cultivares Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha, propagadas por enxertia, registraram os maiores teores na época seca, enquanto na estaquia, os maiores valores ocorreram na época chuvosa-seca. Resultados similares foram observados por Balkıç (2024), que reportou teores

de sólidos solúveis entre 6,8 a 9,9 °Brix para goiabas de polpa branca e 7,0 °Brix a 14,5 °Brix para polpa vermelha.

Quanto à acidez titulável, o método de propagação e as características intrínsecas de cada cultivar, não interveio no valor da acidez titulável dos frutos desenvolvidos nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa (Figura 10B). Períodos em que houve precipitação no início e fim do desenvolvimento dos frutos, respectivamente (Figura 9). No entanto, houve exceções: as cultivares Paluma, na época chuvosa-seca, e Tailandesa Vermelha, nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, ambas propagadas por estacas, apresentaram valores significativamente maior de acidez titulável em comparação às plantas propagadas por enxertia. Especificamente, a cultivar Paluma, quando propagada por estacas, mostrou valores inferiores na época seca-chuvosa em relação aos obtidos nas épocas chuvosa-seca e seca.

Considerando os valores obtido pelas cultivares na época seca-chuvosa, esse valor foi significativamente inferior aos encontrados nos frutos desenvolvidos na época seca, a elevação do teor de acidez titulável pode ser entendida como uma resposta ao estresse ambiental, como provocada pelo aumento da temperatura uma vez que, os compostos fenólicos são formados em condições de estresse (Barreto *et al*., 2024). Os frutos desenvolvidos nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, receberam precipitação em alguma das fases de desenvolvimento (Figura 9). Com exceção da cultivar Tailandesa vermelha propagadas por estaquia, que manteve sua média do teor de acidez titulável nas 3 épocas de desenvolvimento do fruto, e Paluma propagada por estaca manteve a média obtido na época chuvosa-seca e seca.

A elevação da acidez na época seca (Figura 10B) e a redução do teor de sólidos solúveis (Figura 10A) resultou na redução do ratio (Figura 10C). Como o ratio é a relação sólido solúveis/acidez titulável, o alto teor de sólidos e o baixo teor de acidez durante na época chuvosa-seca, resultaram em um aumento máximo no índice de maturação (ratio) (Figura 10C) em todas as cultivares avaliadas no presente estudo. A cultivar Paluma enxertada se destacou das demais, apresentando um índice de maturação mais elevado na época chuvosa-seca. Apesar de não terem sido observadas variações significativas nos valores de acidez titulável (Figura 10A), o teor expressivo de sólidos solúveis registrado nesta cultivar durante a mesma época (Figura 10A) contribuiu diretamente para a elevação do ratio. Em relação às épocas seco-chuvosa e seca a cultivar Tailandesa vermelha também propagada por estacas apresentou maior índice de maturação (ratio).

No período seco, observou-se na cultivar Paluma enxertada, o menor valor de índice de maturação, as altas temperaturas, a baixa umidade e a escassez de precipitação podem ter

contribuído para o aumento dos níveis de acidez titulável em resposta ao estresse (LI *et al*., 2020), o que resultou na diminuição da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

Quanto menor o ratio, mais equilibrados estão os sólidos solúveis e a acidez titulável, indicando um avanço no processo de maturação do fruto, resultando na redução do pH (Figura 10D) e da firmeza (Figura 12A). Ressalta-se que, independentemente do método de propagação, todas as cultivares apresentaram, estatisticamente, uma redução nos valores do ratio nas épocas seco-chuvosa e seca.

Ao analisar as diferentes épocas de desenvolvimento dos frutos, foi possível observar que, com exceção da Paluma estaca, a época seca conferiu valores mais baixos de pH para os frutos das cultivares propagadas por estaquia e enxertia (Figura 10D). Por outro lado, apenas as cultivares Paluma e Tailandesa Vermelha propagadas por estaquia apresentarem diferenças entre as épocas chuvoso-seca e seca-chuvosa. Segundo Fischer *et al*. (2022), a elevação da temperatura provoca redução no pH dos frutos da goiabeira.

No entanto, do segundo ciclo (época seca- chuvoso) para o terceiro (época seca), observou-se uma redução acentuada nos valores de pH, com diferenças entre as épocas independente da cultivar e método de propagação, com exceção da cultivar Paluma estaca. Destaca-se que um pH mais baixos em frutos da goiabeira contribui para o prolongamento da vida útil pós-colheita, ao prevenir infestações microbianas (Roy *et al*., 2023). Por outro lado, valores de pH mais ácidos, estão associados ao aumento da acidez da polpa do fruto, como evidenciado neste estudo (Figuras 11B) e confirmado por Silva *et al*. (2022), ao investigar a relação entre pH e acidez titulável.

Algumas características dos frutos, como o teor de vitamina C, são determinadas pelas condições climáticas e a cultivar da goiabeira, essas variações podem ser observadas conforme as diferentes cultivares e as épocas de desenvolvimento do fruto (Figura 11A).

Durante as épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, a cultivar Tailandesa Branca, propagada por estaquia, destacou-se com o maior teor de vitamina C observado no estudo, atingindo 133 e 288 mg/100 g, respectivamente. Já no período seco, os maiores teores foram registrados na cultivar Paluma propagada por estacas. Esses valores apresentaram variações em relação aos 184 mg/100g reportados por Sarker e Oba (2020) e foram inferiores aos teores descritos por Aliansa *et al*. (2023), que identificaram concentrações de 420 mg/100 g em goiabas de polpa vermelha e 400 mg/100 g em goiabas de polpa branca.

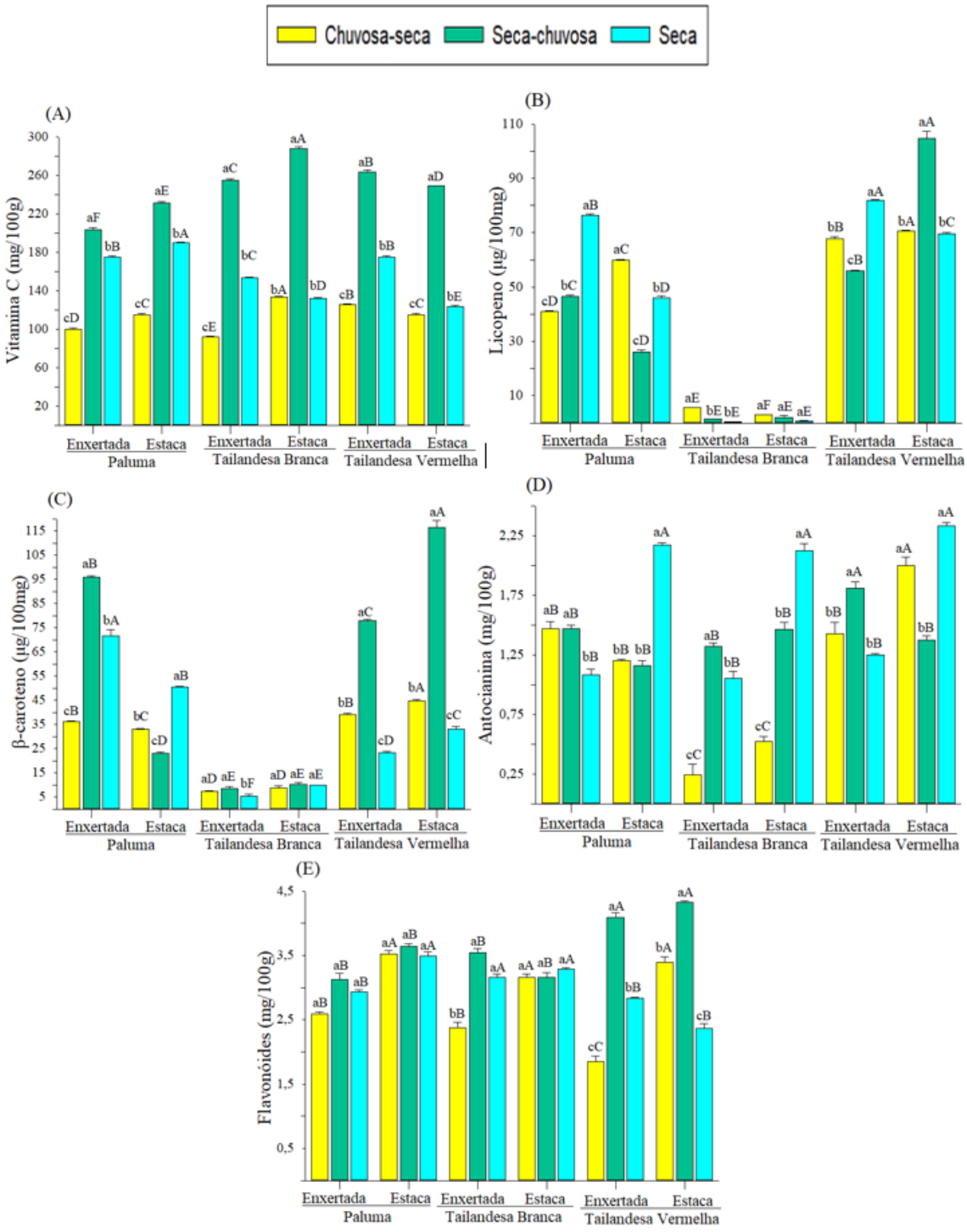


Figura 11 - Vitamina C (A), licopeno (B), β-caroteno (C), antocianina (D) e flavonóides (E) do fruto das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época.

Por outro lado, os menores teores de vitamina C foram observados nas cultivares Tailandesa Branca propagada por enxertia, Paluma enxertada e Tailandesa Vermelha propagada

por estaquia (Figura 11A), ainda sim, sendo superiores aos reportados por Kujawińska *et al*. (2022), na laranja, que identificaram 40 mg $100g^{-1}$. Vale destacar que, naturalmente, a goiaba apresenta teores de vitamina C quatro vezes superiores aos da laranja (Tran *et al*., 2020), reconhecida pelo seu elevado teor de vitamina C.

Esses resultados destacam o potencial da goiaba como uma fonte significativa de vitamina C, especialmente em regiões onde a deficiência desse nutriente representa uma preocupação de saúde pública. Além disso, os valores encontrados atendem às recomendações diárias de consumo estabelecidas pelo Institut of Medicine (2000), que variam de 40 mg por dia para crianças a 90 mg por dia para adultos. Dessa forma, a presença de altos teores de vitamina C reforça a qualidade nutricional da goiaba, consolidando-a como um fruto de grande relevância para a saúde humana (Khafid *et al*., 2023).

Outros compostos fenólicos de grande importância para saúde humana são os carotenoides, amplamente encontrados em frutos e vegetais de cor vermelha e laranja, sendo o licopeno responsável pela coloração vermelha (Brito *et al*., 2019) e o β-caroteno pela cor laranja. No período chuvoso-seco, a cultivar Tailandesa Vermelha, propagada tanto por estaquias quanto por enxertia, apresentou os maiores teores de licopeno. Em contrapartida, a cultivar Tailandesa Branca, independentemente do método de propagação e da época de desenvolvimento do fruto, registrou os menores valores desse composto. Durante o período seco-chuvoso, a Tailandesa Vermelha propagada por estacas destacou-se com o maior teor de licopeno, enquanto no período seco, o maior valor foi observado na mesma cultivar, porém propagada por enxertia (Figura 11B).

Em relação ao teor de β-caroteno, o maior valor foi registrado nos frutos da cultivar Tailandesa Vermelha, propagadas por estacas, em frutos desenvolvidos nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa. No período seco, o destaque foi para a cultivar Paluma, propagada por enxertia, que apresentou o maior teor de β-caroteno. Os carotenóides são pigmentos presentes na polpa da goiaba, sendo responsáveis pela coloração vermelha da polpa (Zheng *et al*., 2022). Esse fato explica o baixo teor de carotenóides encontrado na goiaba de polpa branca (Tailandesa branca, Figura 11B e 11C).

Quanto a antocianina, a cultivar Tailandesa branca enxertada apresentou o menor teor do estudo, durante a época chuvosa-seca, sendo esse valor estatisticamente igual ao da Tailandesa Branca propagada por estaca. A cultivar Paluma, expressa valores sem variação quanto ao método de propagação e quanto à época de desenvolvimento do fruto, para época chuvosa-seca e seca-chuvosa. O maior teor de antocianina foi verificado na Tailandesa

vermelha propagada por estaca durante a época seca, sendo igual estatisticamente aos valores obtidos pelas cultivares Paluma e Tailandesa Branca, ambas propagada por estaquia, período caraterizado pela ausência de precipitação e por temperaturas elevadas (Figura 9).

Considerando que a principal função da antocianina é a proteção da planta contra o estresse, através da síntese desse pigmento (Zhang *et al*., 2020), a elevação do seu teor pode ser resposta induzida ao estresse causado pela presença do nematoide *Meloidogyne enterolobii* na área experimental durante o estudo, provocando diferença fenotípicas nas plantas (Souza Filho *et al*., 2025). Esse estresse pode ter provocado prejuízos às plantas propagadas por estaca, estimulando a produção do pigmento como mecanismo de defesa ligado ao metabolismo secundário das plantas.

Segundo Roy *et al*. (2022), os flavonoides amarelos são sintetizados como metabólitos secundários em quantidades vestigiais sob condições específicas de estresse. No entanto, no presente estudo, as cultivares Tailandesa Branca estaca e Paluma, propagadas por estaca e enxertia, não apresentaram variações nos teores de Flavonoides, mesmo diante do estresse durante as três épocas de desenvolvimento dos frutos, enquanto a cultivar Tailandesa Vermelha, propagada por estaquia e enxertia, apresentou valores de Flavonoides com diferenças em função das épocas de desenvolvimento do fruto. Observou-se que, nas épocas de maior incidência luminosa (Figura 9), houve uma redução nos valores, enquanto na época de menor incidência luminosa (época seca-chuvosa), os valores aumentaram, indicando uma interferência da luminosidade na produção de flavonoides, conforme relatado por Rahmawati *et al*. (2024).

Teor de compostos fenólicos pode apresentar possível influência com nas caraterísticas física do fruto, ao observar baixo teor de carotenoides (Figura 11B e 11C) e alto índice de firmeza da polpa do fruto (Figura 12A), essa possível influência pode ocorrer, também, entre características físicas, como se pode observar na figura 12A (Firmeza do fruto) e 12B (índice de cor).

Essas características são influenciadas pelas condições climáticas, pois proporcionam às plantas uma condição de absorção, transporte e acúmulo de nutriente na planta e posteriormente remetido ao dreno (fruto), especificamente o Ca, que responsável pela estrutura da parede celular (KUMAR *et al.,* 2017), que na época chuvosa-seca superou as épocas seca-chuvosa e seca em 45 e 100%, respectivamente (ver capítulo IV). Esse acúmulo de cálcio no fruto desenvolvido na época chuvosa-seca, proporcionou maior firmeza aos frutos (Figura 12A), pois este é responsável pelo fortalecimento da parede celular (Deepthi *et al*., 2016).

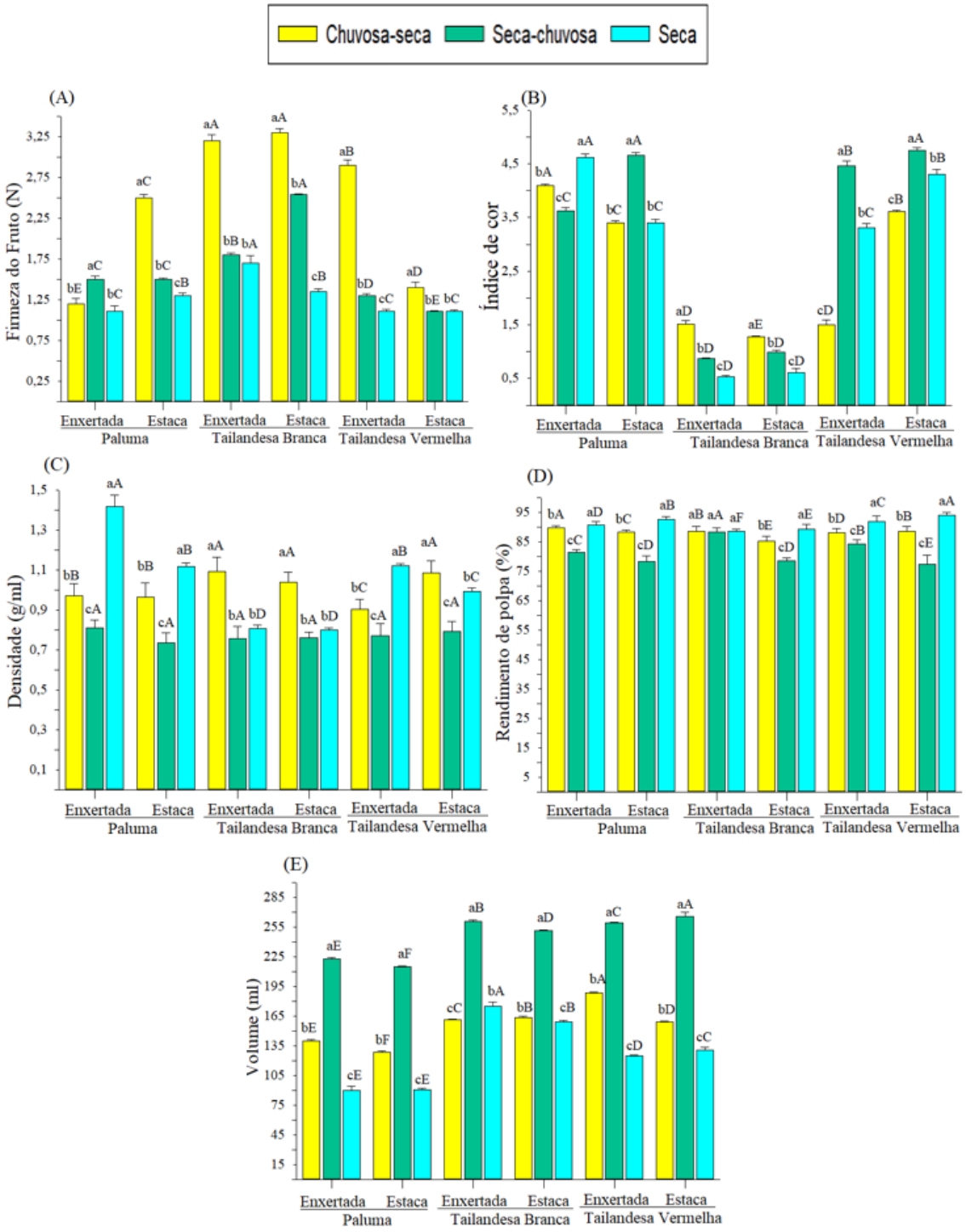


Figura 12 - Firmeza do fruto (A), índice de cor (B), densidade (C), rendimento de polpa (D) e volume (E) do fruto das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia e submetidas a podas de frutificação (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época.

Durante a época seca, os frutos tiveram baixa firmeza (Figura 12A), o que esta pode estar relacionado à baixa absorção e acúmulo de nutrientes (Ca), devido à temperatura elevada

(Fischer *et al*., 2022). Nesse período, a cultivar Tailandesa vermelha apresentou médias semelhantes para a firmeza dos frutos colhido nas plantas propagadas por estaquia e enxertia. Por outro lado, a cultivar Paluma exibiu esses mesmos valores durante as épocas seca-chuvosa, enquanto a cultivar Tailandesa branca obteve os maiores índices de firmeza da polpa do fruto na época chuvosa-seca, ambas propagadas por estaquia ou enxertia.

Em todas as épocas, a cultivar Tailandesa Branca (enxertada e estaca) expressaram as maiores médias de firmeza do fruto (Figura 12A), isso sugere uma possível influência negativa nos valores do índice de cor (Figura 12B), predominantemente esverdeada dos frutos com a elevação da firmeza, ou mesmo pela cultivar ter como característica própria a textura crocante e poucas sementes. Segundo Feng *et al.* (2024), a firmeza do fruto está diretamente relacionada à sua coloração, de modo que quanto maior o índice de cor, menor será a firmeza do fruto.

O aumento gradual do índice de cor reflete e o avanço na maturação, concomitante ao aumento do teor de compostos fenólicos, porém reduzindo a firmeza do fruto (Chen *et al*., 2023), além de influenciar na qualidade nutricional (Andrade *et al*., 2020). Estudos indicam que esses componentes também estão associados ao sabor e à textura dos frutos, sendo fatores cruciais na definição da qualidade final para consumo (Feng *et al*, 2021**)**.

A figura 12B, mostra o índice de cor, sendo este mais elevado em cultivares com polpa de cor vermelha (Paluma e Tailandesa vermelha), por estas apresentarem elevado teor de carotenoides (Figura 11B e 11C), que é responsável pela coloração rosa/vermelha da polpa (Shukla *et al*., 2021). Esse comportamento foi particularmente evidente nas épocas seco-chuvosa nas cultivares propagas por estacas, exceto para a Tailandesa branca. Neste sentido, quanto mais maduro, mais elevado é o teor de carotenoides, maior o índice de cor, tendendo ao vermelho (Shukla *et al*., 2021). Nas cultivares de polpa branca o teor de licopeno é menor (Figura 11B), como no caso na cultivar Tailandesa branca, o que contribui para redução da pigmentação amarelada da casca do fruto, deixando a casca com a cor verde esbranquiçada (Rani *et al*. 2017; Shukla *et al*., 2021) estes mesmos autores, relataram uma quantidade maior de licopeno na goiaba vermelha.

Quanto à densidade, os frutos com desenvolvimento na época seca-chuvosa, apresentaram a menor densidade, onde, isoladamente, cada cultivar e seus respectivos métodos de propagação não expressam diferença estatística nas médias para essa variável (Figura 12C). Essa baixa densidade, pode ser atribuída as boas condições climáticas como chuva, temperatura amena e radiação solar durante essa época, dessa forma, influenciando o desenvolvimento volumétrico do fruto (Figura 12E), consequentemente reduzindo a razão com peso médio do

fruto. Além disso, a cultivar Tailandesa branca não apresenta variação na densidade quanto ao método de propagação, nas 3 épocas de poda.

A densidade variou de 0,73 a 1,41 g/ml no presente estudo, sendo na cultivar Paluma propagada por estaquia (época seca-chuvosa) e enxertia (época seca) respectivamente (Figura 12C) responsável por esses valores. A maior densidade, indica que o tecido do fruto é mais denso, sendo vantajoso para a vida útil e processamento (Verma *et al*., 2024). Segundo Matholiya *et al* (2020) a densidade no momento da colheita deve ser igual a 1 ou superior, o que contribui para uma melhor vida útil e torna os frutos mais adequados para transporte em longas distâncias. Além disso, ao longo do tempo, durante o processo de maturação, ocorre perda de peso, resultando na redução da densidade.

Quanto ao rendimento de polpa as médias variaram de 77 a 94%, sendo a menor e maior média obtida na cultivar Tailandesa Vermelha nas época seca-chuvosa e seca, respectivamente (Figura 12D) propagada por estaca, as médias estão dentro dos valores relatado por Ling e Chang (2017), sobre a goiaba brasileira, que tem de 70 a 96% de rendimento de polpa, esses mesmos autores, afirmam que o resíduo tem de 15 a 50% de sementes.

A composição química do fruto da goiabeira, podem desempenhar um papel importante na maturação e firmeza dos frutos, auxiliando na desintegração do tecido para a formação da polpa (Braga *et al*., 2018). Apesar da variação nos teores desses compostos na cultivar Tailandesa Branca enxertada ao longo das três épocas de desenvolvimento do fruto (Figura 11), o rendimento de polpa dessa cultivar permaneceu estável, mantendo uma média uniforme nas três épocas (Figura 12D), em contraste quando propagada por estaquia e as demais cultivares, apresentaram variações estatísticas entre as épocas. O menor rendimento de polpa foi observado nos frutos desenvolvidos durante a época seca-chuvosa, período em que apresentaram maior desenvolvimento volumétrico (Figura 12D), o que resultou em um aumento do resíduo. Esses dados sugerem uma possível relação entre as variáveis. Por outro lado, o maior rendimento de polpa foi registrado na época seca, quando os frutos exibiram menor valor volumétrico (Figura 12E).

As características volumétricas é intrínseca de cada cultivar, assim. Observa-se que as cultivares Tailandesas, propagadas tanto por estaquia quanto por enxertia, se destacaram por apresentarem frutos mais volumosos comparados a cultivar Paluma, em todas as épocas de desenvolvimento do fruto (Figura 12E), isso demonstra a superioridade genética das cultivares tailandesas quanto ao tamanho volumétrico do fruto, que pode apresentar volume médio de 462 ml (Vermar *et al*., 2024), enquanto o volume médio da cultivar Paluma foi de 178 ml (Silva

et al., 2021). Os resultados do estudo comprovam uma boa adaptabilidade das cultivares Tailandesas às condições ambientais de cultivo, expressando resposta no volume do fruto conforme a época de desenvolvimento, pois as condições climáticas interferem no desenvolvimento do fruto (Mandic *et al*., 2022),

O melhor desenvolvimento volumétrico dos frutos das cultivares, ocorreu na época seca-chuvosa (Figura 12E), em que o desenvolvimento do fruto se deu sob precipitação chuvosa (Figura 9), proporcionando condições ideias para absorção e acúmulo de nutriente, em especial o zinco, (com alto acúmulo no fruto para época seca-chuvosa, dados não apresentados), possivelmente junto ao boro, que são responsáveis pela função no aumento do processo de divisão celular e alongamento celular (Mondal *et al*., 2023).

Nas épocas chuvosa-seca e seca, as condições ambientais de estiagem, que induzem estresse osmótico, resultaram na interrupção da divisão e proliferação celular, afetando o crescimento e desenvolvimento dos frutos (Bashir *et al*., 2021). Esse processo pode ter provocado à redução da qualidade volumétrica dos frutos e ao aumento da densidade da massa, indicando uma possível relação negativa entre essas variáveis nesse estudo. Como relatado por Gomes *et al*. (2023), algumas características de qualidade dos frutos apresentaram relações significativas, permitindo inferir possíveis atributos químicos a partir das propriedades físicas.

5.4 Conclusões

As cultivares de goiabeira demonstraram respostas em relação às características físico-químicas dos frutos. Embora a cultivar Paluma seja amplamente preferida pelos consumidores devido à sua aceitação comercial, as cultivares Tailandesas (Branca e Vermelha) associadas à propagação por enxertia revelaram um bom potencial de cultivo. Essa adaptabilidade sugere uma possibilidade de diversificação no cenário produtivo. A época de desenvolvimento do fruto expressa resposta direta sobre cada característica físico-química e fenólica.

REFERÊNCIAS

ALIANSA, T.; MUNIR, M. A.; APRILIA, V.; EMELDA, E. The determination of vitamin C in guava (Myrtaceae species) using spectrophotometric approach. **Asian Journal of Analytical Chemistry**, v. 1, n. 1, 2023.

ANDRADE, M. A.; TORRES, L. R. O.; SILVA, A. S.; BARBOSA, C. H.; VILARINHO, F.; RAMOS, F.; QUIRÓS, A. R. B.; KHWALDIA, K.; SENDÓN, R. Industrial multi-fruits juices by-products: total antioxidant capacity and phenolics profile by LC–MS/MS to ascertain their reuse potential**. European Food Research and Technology,** v. 246, p. 2271-2282, 2020.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 11. ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.

ARRUDA, T. F. L.; LIMA, G. S.; SILVA, A. A. R.; AZEVEDO, C. A. V.; SOUZA, A. R.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; LIMA, V. L. A.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S.; CHAVES, L. H. G.; SABOYA, L. M. F. Salicylic acid as a salt stress mitigator on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth of precocious-dwarf cashew in the post-grafting phase. **Plants**, v. 12, n. 15, p. 2783, 2023.

BALKIÇ, R.; BALCI-TORUN, F.; GUNGOR, K. K.; GULER, G.; GUBBUK. H. Physical and chemical characterization of guava (*Psidium guajava* L.) genotypes grown in subtropical condition. **Not Bot Horti Agrobo,** v. 52, n. 2, p. 13353, 2024.

BARRETO, C. F.; KIRINUS, M. B. M.; SILVA, P. S.; MARTINS, C. R.; MALGARIM, M. B. Bioactive compounds and physico-chemical characteristics of guavas bagged with different materials**. Comunicata Scientiae**, v. 15, e4156, 2024.

BASHIR, S. S.; HUSSAIN, A.; HUSSAIN, S. J.; WANI, O. A.; NABI, S. Z.; DAR, N. A.; BALOCH, F. S.; MANSOOR, S. Tolerância ao estresse de seca em plantas: Compreendendo seus mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares. **Biotecnologia.** v. 35, p. 1912-1925, 2021.

BRAGA, M. A.; MARQUES, T. R.; SIMÃO, A. A.; BOTELHO, L. N. S.; OLIVEIRA, L. S.; ABREU, C. M P. Mechanism of firmness loss in guava cv. Pedro Sato during ripening at room temperature. **Food Science Technology**, v. 38, n. 1, p. 26-32, 2018.

BRITO, A. K. D. S.; LIMA, G. M.; FARIAS, L. M.; RODRIGUES, L. A. R. L.; CARVALHO V. B. L.; PEREIRA, C. F. C.; FROTA, K. M. G.; CONDE-JÚNIOR, A. M.; SILVA, A. M. O.; RIZZO, M. D. S.; FONSECA, C. M. B.; MOURA, R. C.; SANTOS, R. C. D.; LEITE, J. R. S. A.; SANTOS M. A. P. D.; NUNES, P. H. M.; ARCANJO, D. D. R.; MARTINS, M. D. C. C. E. Lycopene-rich extract from red guava (*Psidium guajava* l.) decreases plasma triglycerides and improves oxidative stress biomarkers on experimentally-induced dyslipidemia in hamsters. **Nutrients,** v. 11, n. 2, p. 393, 2019.

CAMELO, A. F. L.; GOMES, P. A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira,** v. 22, p. 534-537, 2004.

CAVALCANTI JUNIOR, E. A.; MORAES FILHO, R. M.; ROSSITER, J. G. A.; MONTARROYOS, A. V. V.; MUSSER, R. S.; MARTINS, L. S. S. Reação de genótipos do gênero *Psidium spp*. a *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p. 333-339, 2020.

CHEN, Y.; HU, X.; SHI, Q.; LU, Y.; YAN, J.; WU, D. T.; QIN, W. Changes in the fruit quality, phenolic compounds, and antioxidant potential of red-fleshed kiwifruit during postharvest ripening. **Foods**, v. 12, p. 7, p, 1509, 2023.

DEEPTHI, V. P.; SEKHAR, R.; SRIHARI, D; SANKAR, A. S. Guava fruit quality and storability as influenced by harvest maturity and postharvest application of calcium salts. **Plant Archives,** v. 16, n. 1, p. 174-182, 2016.

DURÁN-SORIA, S.; POTT, D. M.; OSORIO, S.; VALLARINO, J. G. Sugar signaling during fruit ripening. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1-18, 2020.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa. 2018. 356 p.

FARIAS, W. C.; CÂMARA, F. M. M.; PEREIRA, E. C.; COSTA, J. M.; PEREIRA, G. A.; MENDONÇA, V. Phenology and production of guava tree cv. 'Paluma' pruned at different seasons in Mossoro–RN, Brazil. **Comunicata Science**, v. 10, n. 3, p. 376-383, 2019.

FENG, S.; YI, J.; LI, X.; WU, X.; ZHAO, Y.; MA, Y.; BI, J. Systematic review of phenolic compounds in apple fruits: compositions, distribution, absorption, metabolism, and processing stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 69, p. 7-27, 2021.

FENG, L.; GAO J.; SUI, X.; WENG, T.; KONG, A. Effect of fruit ripeness on electrical impedance spectrum parameters. **LWT**, v. 208, p. 116751, 2024,

FISCHER, G.; PARRA-CORONADO, A.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. E. La altitude como determinante de la calidad del fruto con énfasis en el trópico andino de Colombia. Una revisión. **Agron Colombiana**, v. 40, p. 70-85, 2022.

FLORI, J. E.; DEON, M. D. I. ***BRS Guaracá*: Novo porta-enxerto para o enfrentamento do nematoide-das-galhas da goiabeira**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2022. 7 p. (Comunicado Técnico, 190).

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. *In*: MARKAKIS, P. (ed). **Anthocyanins as food colors.** London: Academic Press, 1982. p.181-206.

GOMES, F. R.; SILVEIRA, K. M.; RODRIGUES, C. D. M.; FERREIRA, B. A.; BARROS, A. L.; SALAZAR, A. H.; SILVA, D. F. P.; SILVEIRA NETO, A. N. Correlations between physical and chemical characteristics of Cortibel guava (*Psidium guajava* L.) fruits grown in the Brazilian Cerrado. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias,** v. 55, n. 1, p. 10-16, 2023.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids.** Washington, DC: The National Academies Press, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KALSUM, U.; SUKMA, D.; SUSANTO, S. Pengaruh Kitosan Terhadap Kualitas Dan Daya Simpan Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Pertanian Presisi,** v. 2, n. 2, p. 67-76, 2018.

KHAFID, A.; NURCHAYATI, Y.; HASTUTI, E. D.; SETIARI, N. Vitamin C and total soluble solid content of crystal guava at different storage duration and ripeness. **Journal of Kultivasi,** v. 22, n. 2, 147-156, 2023.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. *In:* KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (eds). Handbuch der Klimatologie. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1936. p. 1-44.

KUJAWIŃSKA, M.; KAWULOK, I.; SZCZYRBA, A.; GROT, M.; BIELASZKA, A.; NIEĆ-LEŚNIAK, J.; GRAJEK, M. Vitamin C content in orange juices obtained by different methods. **Journal of Education, Health and Sport**, v. 12, n. 6, p. 253-267, 2022.

KUMAR, J.; KUMAR, R.; RAI, R.; MISHRA, D. S.; SINGHL, S. K.; NIMBOLKAR, P. K. Influence of foliar application of mineral nutrients at different growth stages of guava. **Journal of Plant Nutrition,** v. 40, p. 656-661, 2017.

KUMAR, M.; KAPOOR, S.; DHUMAL, S.; TKACZEWSKA, J.; CHANGAN, S.; SAURABH, V.; MEKHEMAR, M.; RADHA; RAIS, N.; SATANKAR, V.; PANDISELVAM, R.; SAYED, A. A. S; SENAPATHY, M.; ANITHA, T.; SINGH, S.; TOMAR, M.; DEY, A.; ZENGIN, G.; AMAROWICZ, R.; BHUYAN, D. J. Guava (*Psidium guajava* L.) seed: A low-volume, high-value byproduct for human health and the food industry. **Food Chemistry,** v. 386, p. 132694, 2022.

LI, S.; WANG, W.; MA, Y.; LIU, S.; GRIERSON, D.; YIN, X.; CHEN**,** K. Citrus CitERF6 contributes to citric acid degradation *via* upregulation of *CitAclα1*, encoding ATP-citrate lyase subunit α. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 68, p. 10081-10087, 2020.

LING, C. X.; CHANG, Y. P. Valorizing guava (*Psidium guajava* L.) seeds through germination-induced carbohydrate changes. **Journal of Food Science and Technology,** v. 54, n. 7, p. 2041-2049, 2017.

LIU, W.; FENG, Y.; YU, S.; FAN, Z.; LI, X.; LI, J.; YIN, H. The flavonoid biosynthesis network in plants. **International Journal of Molecular Science,** v. 22, n. 23, p. 12824, 2021.

LU, L. W.; GAO, Y.; QUEK, S. Y.; FOSTER, M.; EASON. C T.; LIU, M. The landscape of potential health benefits of carotenoids as natural supportive therapeutics in protecting against Coronavirus infection. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 154, p. 113625, 2022.

LOURENÇO, A. M. S.; SANTOS, C. A. F.; SILVA, D. O. M. Compatibility and phenotypic variability of guava accessions grafted on BRS Guaraçá rootstock: vegetative and fruit production traits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, p. e71259, 2022.

MANDIĆ, M. V.; VIMIC, A. V.; RANKOVIC-VASIC, Z.; DURAVIC, D.; COSIC, M.; SOTONICA, D.; NIKOLIC, D.; DURDEVIC, V. Observed Changes in Climate Conditions and Weather-Related Risks in Fruit and Grape Production in Serbia. **Atmosphere,** v. 13, n. 6,

p. 948, 2022.

MANJUSHA, P.; LAKSHMI, K.; DEVI, G. N.; BAIG, M. S. Nutrient analysis of guava based RTS beverage. **The Journal of Research Angrau,** v. 50, n. 4, p. 92-99, 2022.

MARTINS, A. N.; NARITA, N.; SUGUINO, E.; HIROSHI S.; TAKATA, W. Desempenho de cultivares de goiabeiras em ambientes irrigado e sequeiro. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 2, p. 82-89, 2020.

MATHOLIYA, C.S.; JAIN, S. K.; VADHER, A. L.; NAYAKA, M. J. Determination of physical properties of guava (*Psidium guajava)***. International Journal of Chemical Studies**, v. 8, n. 1, p. 2646-2650, 2020.

MONDAL, T.; SARKAR, T.; ALAM, M.; SARKAR, S. K.; RATHOD, K. H.; BAURI, F. K. Effect of foliar application of micronutrients on plant growth, yield and fruit quality of Thai guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Crop and Weed**, v. 19, n. 1, p. 88-94, 2023.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Science Publishers. 1980. p. 51-58.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV. 2009.

PINEDA, M.; YU, B.; TIAN, Y.; MORANTE, N.; SALAZAR, S.; HYDE, P. T.; SETTER, T. L.; CEBALLOS, H. Effect of pruning young branches on fruit and seed set in cassava. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1107, 2020.

PRABHUDESAI, A. P.; BIYANI, D. M.; UMEKAR, M. J. Psidium guajava: Multipurpose.Medicinal Herb**. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research,** v. 59, n. 1, p. 125-132, 2019.

RAHMAWATI, M. N.; SUSILOWATI, S.; SESANINGRUM, F. P. E. The Influence of Harvest Time and Drying Time on Total Flavonoid Contents of *Psidium Guajava Folium*. **Indonesian Journal of Global Health Research,** v. 6, n. 3, p. 1539-1548, 2024.

RANI, J.; VIJAYANCHALI, S. S. Phytochemical, antioxidant activity and lycopene analysis of red guava fruits. **Journal of Research, Extension and Development**, v. 6, n. 2, 2017.

R CORE TEAM. R: **Uma Linguagem E Ambiente Para Computação Estatística**. Fundação R Para Computação Estatística. Viena, Áustria, 2020. Disponível em: Https://Www.R-Project.Org/. Acesso em: 02 mai. 2025.

RIBEIRO, M. D. S.; SOUSA, V. F. O.; BOMFIM, M. P.; RODRIGUES, M. H. B. S. Vegetal propagation by cutting and mini-cutting in the guava shrub cultivated in mini-buffers and substrates. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 14, n.1, p. 1-14, 2021.

ROY, A.; KHAN, A.; AHMAD, I.; ALGHAMDI, S.; RAJAB, B. S.; BABALGHITH, A. O.;

ALSHAHRANI, M. Y.; ISLAM, S.; ISLAM, M. R. Flavonoids a bioactive compound from medicinal plants and its therapeutic applications**. BioMed Research International**, v. 1, p. 5445291, 2022.

ROY, D. K. D.; ASADUZZAMAN, D.; SAHA, T.; KHATUN, N. Physical and chemical properties of aloe-vera coated guava (*Psidium guajava*) fruit during refrigerated storage. **PLoS One**, v.18, n. 11, 2023.

SANTOS, C. A. F. **Produção de mudas do BRS Guaraçá: porta-enxerto de goiabeira resistente ao nematoide-das-galhas**. Embrapa Semiárido. 2020. p 1-6. (Comunicado Técnico).

SANTOS, A. S. D.; PEREIRA, G. A.; FONSECA, W. L.; ZUFFO, A. M.; DA CUNHA, J. G.; SOARES, N. P.; MORAIS, E. M.; NASCIMENTO, A. A. S. D.; SANTOS, D. P.; ALMEIDA, M. S.; AGUILERA, J. G.; MORALES-ARANIBAR, L.; SALCEDO, E. P.; CHURA, R. M. M.; CONTRERAS, W. C.; ALEJO, R. C. Photosynthetic assimilation of the guava (Psidium Guajava) Cv. 'Paluma' under different pruning and fruit thinning intensities. **Agronomy**, v. 13, n. 6, p. 1-11, 2023.

SARKER, U.; OBA, S. Nutrients, minerals, pigments, phytochemicals, and radical scavenging activity in *Amaranthus blitum* leafy vegetables. **Scientific Reports**, v. 10, n. 3868, 2020.

SELVAKUMAR, P.; BADGELEY, A.; MURPHY, P.; ANWAR, H.; SHARMA, U.; LAWRENCE, K.; LAKSHMIKUTTYAMMA, A. Flavonoids and other polyphenols act as epigenetic modifiers in breast cancer. **Nutrients**, v. 12, n. 3, p. 761, 2020.

SHUKLA, S.; KUSHWAHA, R.; SINGH, M.; SAROJ, R.; PURANIK, V.; AGARWAL, R.; KAUR, D. Quantification of bioactive compounds in guava at different ripening stages. **Food Research,** v. 5, n. 3, p. 183-189, 2021.

SILVA, M. S.; LEONEL, S.; SOUZA, J. M. A.; FERREIRA, R. B.; MARTINS, R. C.; FERRAZ, R. A. Chemical thinning increasing larger fruits and profit in red guava orchards. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 42, n. 5, p. 2769-2784, 2021.

SILVA, A. E. A.; NUNES, G. H. S.; SILVA, J. M. C.; NUNES, E. W. L. P.; MORAIS, P. L. D.; VIEIRA, A. B.; CORREIO, R. R. F. Inheritance of hydrogen potential (pH) and titratable acidity in the melon. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20207252, 2022.

SOUZA FILHO, J. F.; PEREIRA, G. A.; CUNHA, J. G.; ANDRADE, K. M. Z.; ALMEIDA, M. H. G.; RIBEIRO, T. V. A. O.; ALMEIDA, M. G. M.; ALMEIDA, M. S.; EVANGELISTA, T. Y. L.; SANTOS, A. S.; SOARES, L. C.; FONSECA, W. L.; ZUFFO, A. M. Phenology and production of guava cultivars, using two methods of vegetative propagation, subjected to fruiting pruning times in the Brazilian Semiarid**. Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 18, n. 2, p. 1548-1563, 2025.

SPANÒ, R.; FERRARA, M.; GALLITELLI, D.; MASCIA, T. The role of grafting in the resistance of tomato to viruses. **Plants**, v. 9, n. 8, p. 1042, 2020.

SRIVASTAVA, K. K.; SONI, S. K.; KUMAR, D.; DWIVEDI, S.K. Effect of different bagging materials on guava fruit physiology and its quality attributes**. Plant Physiology**

Reports, v. 28, n. 2, p. 238–246, 2023.

TRAN, T. T. T.; TON, N. M. N.; NGUYEN, O. T.; LE, V. V. M.; SAJEEV, D.; SCHILLING, M. W.; DINH, T. T. N. Application of natural antioxidant extract from guava leaves (*Psidium guajava* L.) in fresh pork sausage. **Meat Science,** v. 165, n. 1, 2020.

VERMA, S.; VERMA, R. S.; KUMAR, B.; YADAV, M. Studies on Physical Attributes of Guava (Psidium guajava L.) Genotypes in Awadh Region. **Indian Journal of Pure & Applied Biosciences,** v. 12, n. 3, p. 51-57, 2024.

VITTI, A. K.; MARTINES FILHO, J. G.; CUNHA, L. M. L. Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 1, p. 1-11, 2020.

ZHANG, P.; DU, H.; WANG, J.; PU, Y.; YANG, C.; YAN, R.; YANG, H.; CHENG, H.; YU, D. Multiplex CRISPR/Cas9-mediated metabolic engineering increases soya bean isoflavone content and resistance to soya bean mosaic virus. **Plant Biotechnology Journal**. v. 18, p. 1384-1395, 2020.

ZHENG, B.; ZHAO, Q.; WU, H.; MA, X.; XU, W.; LI, L.; LIANG, Q.; WANG, S. Metabolomics and transcriptomics analyses reveal the potential molecular mechanisms of flavonoids and carotenoids in guava pulp with different colors. **Scientia Horticulturae**, v. 305, p. 111384, 2022.

ZHU, X.; OUYANG, W.; LAN, Y.; XIAO, H.; TANG, L.; LIU, G.; FENG, K.; ZHANG, L.; SONG, M.; CAO, Y. Anti-hyperglycemic and liver protective effects of flavonoids from *Psidium guajava* L. (guava) leaf in diabetic mice. **Food Bioscience**, v. 35, p. 100574, 2020.

6 CAPÍTULO 4

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS FRUTOS DE GOIABEIRAS PROPAGADAS VEGETATIVAMENTE E DESENVOLVIDOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE PODA DE FRUTIFICAÇÃO

RESUMO

As variações climáticas entre regiões, ou mesmo, na região, resultam em diferentes desempenhos produtivos da goiabeira, exigindo a adoção de medidas cautelares, como manejo adequado da adubação e práticas fitossanitárias, para garantir resultados produtivos satisfatórios. Logo, se faz necessário a determinação do comportamento das cultivares conforme as condições climáticas e adoção de programa de adubação com baseado no comportamento da planta na época do ciclo produtivo. Desse modo, o presente estudo tem como objetivo avaliar o comportamento de cultivares de goiabeira propagadas vegetativamente quanto a produtividade, teor e exportação de macro e micronutriente pelos frutos desenvolvidos em diferentes épocas de poda para frutificação. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Alvorada do Gurguéia (FEAG), CPCE-UFPI, de fevereiro/2022 a novembro/2023, em blocos casualizados, com 4 repetições em arranjo fatorial 3x6, sendo i) 3 épocas de desenvolvimento dos frutos (chuvosa-seca, seca-chuvosa, seca), ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailandesa Vermelha enxertada, Tailandesa Vermelha estaca, Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca). Foi avaliada a produtividade das cultivares/propagação, massa seca dos frutos, teor de macro e micronutrientes no fruto, e estimado o valor de macro e micronutrientes exportados pelos frutos. A época seca-chuvosa proporcionou às cultivares melhores resultados produtivos, com destaque para a cultivar Tailandesa Branca enxertada, com valor superior às demais cultivares nas 3 épocas. A menor produtividade foi registrada na cultivar Paluma estaca, durante a época seca, onde todas as cultivares tiveram sua produtividade reduzida em relação às outras épocas. O macronutriente mais presente nos frutos foi o N, sendo mais expressivo na cultivar Tailandesa Branca enxertada, durante a época seca-chuvosa. Consequentemente, o N foi o

macronutriente mais exportado pelos frutos, seguido pelo K.

Palavras-chaves: BRS Guaraçá, Exportação de nutrientes, Enxertia, *Psidium guajava* L.

6.1 Introdução

Goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma fruta comum e valiosa, cultivada especialmente em países tropicais e subtropicais, para o consumo *in natura* ou de formas processadas (geleia, purê e frutas secas) (Suwanwong; Boonpangrak, 2021), por ser rica em compostos fitoquímicos e minerais (Chiveu *et al*., 2023). No entanto, a composição do fruto da goiaba depende da cultivar (Suwanwong; Boonpangrak, 2021) e da época de poda e desenvolvimento do fruto (Banyal *et al*., 2024).

Outro fator que tem relação com a composição mineral do fruto é o método de propagação, pois as plantas enxertadas contornam a juvenilidade, e os porta-enxertos modulam a arquitetura do enxerto, a produtividade, possibilitando adaptação do enxerto a condições ambientais desfavoráveis ao cultivo (Belmonte-Ureña *et al*., 2020). Além disso, proporciona resistência a pragas e doenças, direcionando as características químicas do fruto conforme o porta-enxerto (Habibi *et al*., 2022), pois a arquitetura do sistema radicular afeta a absorção de nutrientes e transporte até as folhas e frutos (Nawaz *et al*., 2016).

Por outro lado, na goiabeira, estaquia herbácea é utilizado para produção comercial de mudas de goiabeira. No entanto, com a disseminação do nematoide *Meloidogyne enterolobii*, que se aloja no sistema radicular prejudicando o desenvolvimento da planta, a produção de mudas de goiabeira passara a ser feita por enxertia sobre estacas enraizadas do porta-enxerto *BRS Guaraçá*, que é resistente ao nematoide (Castro; Ribeiro, 2020).

O mesmo proporciona mais vigor à goiabeira, com maior produção e qualidade do fruto, destacando-se em relação às plantas propagadas por estaquia. Fato observado por Simões *et al*. (2023), ao avaliar no mesmo pomar, a cultivar Paluma propagada por enxertia. Estudos Resultados da literatura (Petri *et al*., 2019; Zhu *et al*., 2024) evidenciam uma qualidade superior dos frutos produzidos em plantas enxertadas, mas os estudos quanto a exigências nutricionais e exportação de macro e micronutrientes ainda são escassos na cultura da goiaba cultivadas em regiões não tradicionais.

Alinhado ao método de propagação, a época de poda em frutíferas contribui para

variações nos teores e exportação de nutrientes pelo fruto durante cada ciclo produtivo (Santos *et al*., 2023). Em goiabeira, o ciclo produtivo inicia na poda e finaliza na colheita, e a duração varria conforme as condições climáticas durante o ciclo produtivo (Souza Filho *et al*., 2025), conseguintemente no desenvolvimento do fruto, que pode expressar respostas variadas quanto aos teores e acúmulos de macros e micronutrientes (Santos *et al*., 2023). Apois as variações na temperatura e no clima afetam os processos de absorção e o metabolismo de minerais e nutrientes pelas plantas, durante o estágio de desenvolvimento do fruto (Tyagi *et al*., 2017), comprometendo a composição nutricional dos frutos das cultivares de goiabeira, quanto a macro e micronutrientes (Kumari *et al*., 2020).

A exigência nutricional de culturas frutíferas leva em consideração a interpretação de análises de solo e tecido foliar, no entanto, deve-se levar em consideração as exportações de nutrientes pelos frutos, fator importante para cálculos e reposição efetiva de nutrientes para as culturas, garantindo a manutenção da produtividade e qualidade dos frutos (Vieira *et al*., 2024).

Para Santos *et al*. (2023), o teor de um macro ou micronutriente varia no fruto da cultivar Paluma quando propagada por estaquia, conforme a combinação de manejos produtivos, tais como intensidade e época de poda de frutificação, e percentual de raleio. Quanto a cultivar Tailandesa, recém-inserida no Brasil (Martins *et al*., 2020), ainda há poucos estudos sobre ela, quanto ao teor e exportação de nutrientes pelo fruto da cultivar.

A quantificação de nutrientes exportados pelos frutos é importante para o programa de fertilização do pomar, no entanto, é necessário estudar a exportação de nutrientes em função da cultivar e tempo para prever a quantidade de fertilizante que deve ser aplicada, observando os aspectos quantitativos e qualitativos da fertilização para as exigências nutricionais das plantas (Lima *et al*., 2022). Sendo assim, pois a carência nutricional afeta a produtividade e a qualidade dos frutos (Natale *et al*., 2012).

Visto a variação dos compostos nutricionais no fruto da goiabeira e a importância de se saber os valores acumulado e exportado no fruto para realizar um programa de adubação conforme a exigência e produtividade de cultivares de goiabeira, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de cultivares de goiabeira propagadas vegetativamente quanto a produtividade, teor e exportação de macro e micronutriente pelos frutos desenvolvidos em diferentes épocas.

6.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no pomar experimental do FRUTAGRO (FEAG/CPCE/UFPI) localizado em Alvorada do Gurguéia, Piauí, Brasil (8°22'30" S, 43°51'06" W). Com clima da região é classificado como tropical (Aw) segundo o sistema de Köppen. Com estações quente e seca (inverno) de abril a outubro e quente e chuvosa (verão) de novembro a março, com uma precipitação anual média de 1.400 mm e uma temperatura média anual de 30 °C, variando de 15 a 42 °C. As condições climáticas durante o experimento estão representadas na figura 13.

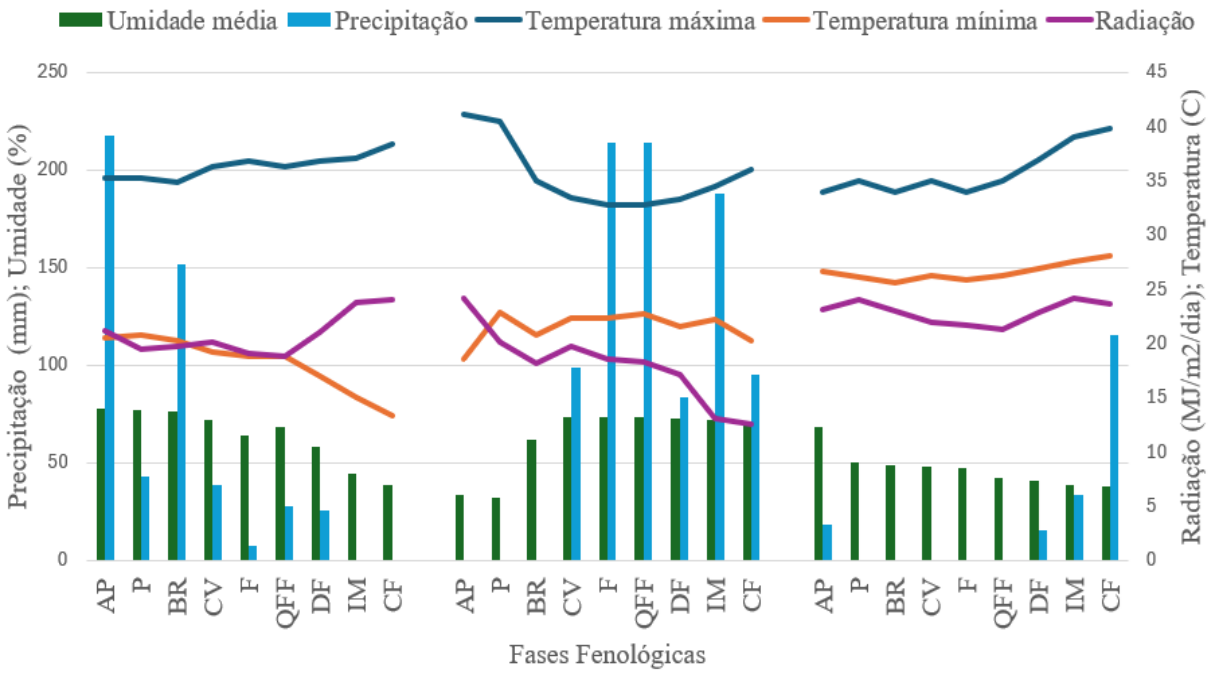


Figura 13 - Dados meteorológicos registrados durante as três épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca), das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia, de janeiro de 2022 a novembro de 2023. AP: Antes da poda; P: Poda; B: Brotação; CV: Crescimento vegetativo; F: Floração; QFF: Queda fisiológica dos frutos; DF: Desenvolvimento dos frutos; IM: Início da maturação; CF: Colheita dos frutos.

Antes de cada poda de frutificação, amostras de solo foram coletadas até a profundidade de 0,20 m para caracterizar as propriedades físico-químicas do solo. A área experimental do pomar de goiabeiras possui solo arenoso (11% argila, 2% silte e 87% areia) e baixa fertilidade natural. Os principais resultados da análise química do solo estão apresentados na tabela 5.

O pomar foi implantado em abril de 2021, com espaçamento entre plantas de 5 × 5 metros, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2018). Foram utilizadas três cultivares de goiabeira: Paluma, Tailandesa Vermelha e Tailandesa Branca, propagadas por enxertia no porta-enxerto BRS Guaraçá e por estaquia.

Tabela 5 - Propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,20 m antes das podas para frutificação de goiabeiras, nas épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca.

Época de poda	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn
	H_2O	g kg^{-1}	mg dm^{-3}	----------$cmol_c$ dm^{-3}----------					%	----------mg dm^{-3}-----			
Chuvosa-seca	5.0	7.4	7.7	0.05	0.43	0.02	1.55	1.20	23.6	0.08	39.2	11.6	0.03
Seca-chuvosa	4.9	6.0	29.1	0.15	0.71	0.10	1.22	1.74	42.4	0.04	61.0	11.8	1.23
Seca	5.9	7.0	31.7	0.16	1.00	0.70	1.30	1.56	48,3	0.07	67.1	15.3	1.35

MO: Matéria orgânica; CTC: Capacidade de troca catiônica; V: Saturação por base

O experimento foi disposto em um delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições, cada repetição com 3 plantas em arranjo fatorial 3x6. Os fatores corresponderam a: i) época de desenvolvimento do fruto (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca) e, ii) cultivar + forma de propagação (Paluma enxertada, Paluma estaca, Tailandesa Vermelha enxertada, Tailandesa Vermelha estaca, Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Branca estaca), iniciando o ciclo fenológico com a poda para frutificação e finalizando na colheita.

Foram realizadas 3 podas de frutificação, com intensidade média, nas datas abaixo, caracterizando as respectivas épocas de poda de frutificação:

1ª> 05/02/2022, época chuvosa-seca, poda no período chuvoso e colheita no período seco;

2ª> 08/10/2022, época seca-chuvosa, poda no período seco e colheita no período chuva;

3ª> 06/05/2023, época seca, poda e colheita ocorreram no período seco.

A correção do solo e a fertilização do pomar de goiabeiras foram realizadas com base na análise do solo (Tabela 5) e nas necessidades da cultura, conforme proposto por Natale *et al*. (2009). As doses de fertilizantes minerais foram divididas em três momentos de aplicação: na poda de frutificação, floração e início do crescimento dos frutos (Fase I). Foi utilizada irrigação complementar em sistema de microaspersão, com um microaspersor por planta, com uma vazão de 80 L h^{-1}. Ao término de cada ciclo foi coletado solo e raízes das plantas para análises da presença e infestação de nematoides e enviado para o Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Piauí - IFPI, Campus Uruçuí.

Durante cada colheita, foram separados 12 frutos/parcela (4 frutos/planta), todos padronizados no estágio de maturação 3 (casca verde-amarelada), e levados para o Laboratório de Análise de solos e Nutrição de Plantas, CPCE/UFPI para análise dos teores de macro e micronutrientes nos frutos de goiabeira.

Para estimar a produtividade, foi utilizada a produção média de uma planta de cada cultiva, e multiplicado por 400, correspondente ao número de plantas por hectare, conforme o espaçamento utilizado. Para determinação do percentual de massa seca, foram selecionados 4 frutos por planta, 12 frutos por parcela, pesados e levados em fatia à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01 g para obtenção da matéria seca das amostras, e em seguida foi calculado o percentual.

Os teores dos nutrientes foram determinados por digestão nítrica-perclórica e digestão sulfúrica para N. Os teores de P foram determinados pelo método do molibdato, em espectrofotômetro de absorção molecular; K por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica, e N pelo método micro Kjeldahl (Silva, 2009).

Com o teor dos nutrientes, esse valor foi convertido para massa fresca e multiplicado pelo valor da produtividade de cada cultivar, estimando assim o valor exportado de cada nutriente.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey com nível de probabilidade de 5. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.5.2 (R Core Team, Viena, AUT).

6.3 Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância, foi constatada interação significativa entre as variáveis e as cultivares com seus métodos de propagação e época de desenvolvimento do fruto (Tabela 6). Contudo, ressalta-se que para a variável teor de enxofre (S) a interação entre cultivar/propagação (C) e época de desenvolvimento (D) não apresentou efeito significativo, evidenciando comportamento independente entre esses fatores para esta variável.

As épocas de desenvolvimento do fruto e os métodos de propagação expressaram

interações com as cultivares, apresentando resultados com variações estatísticas na produtividade e no percentual de massa seca dos frutos das cultivares (Figura 14).

Durante a época seca-chuvosa, as cultivares com os respectivos métodos de propagação apresentaram melhor desempenho produtivo, possivelmente devido às boas condições climáticas para desenvolvimento dos frutos, com temperatura e luminosidade ideal para as plantas, umidade alta com precipitação facilitando o seu metabolismo, melhorando o rendimento (Singh *et al*., 2015). Enquanto, na época seca, a produtividade apresentou uma redução, que variou de 65% (Tailandesa Vermelha enxertada) a 90% (Paluma e Tailandesa Branca, propagadas por estaca, respectivamente).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos efeitos de cultivares e épocas de poda de frutificação sobre a produtividade e composição nutricional de frutos de goiabeira propagados por estaquia e enxertia.

FV		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Fe	Zn
	MS	----------Teor----------									
(C)	163*	16,7*	0,4^{ns}	80*	5,3*	6,6*	3,4*	108*	674*	456*	580*
(D)	2292*	80*	19*	32*	95*	18*	432*	7843*	57441*	103122*	1809*
C × D	31,8*	43*	2,4*	17*	2,5*	3*	0,2^{ns}	83*	567*	644*	81*
CV	1,8	6,8	11,5	3,2	15	10	12	12	1,6	1,3	1,6
	PROD	----------Exportação----------									
(C)	4456*	2811*	186*	3787*	131*	143*	87,6*	4199*	15559*	476*	667*
(D)	24811*	16716*	911*	19597*	804*	1048*	489*	65677*	23024*	11288*	8432*
C × D	695*	1211*	31,7*	367*	22,7*	29*	13*	1372*	7430*	235*	162*
CV	2	2,2	8,7	2,1	11,6	10,3	13,8	2	1,1	0,5	3,9

Note: Asteriscos indicam um nível de significância de: *p>0,01; **>0,05 e ns> não significativo pelo teste F; CV(%): coeficiente de variação; Prod: produtividade; ms: massa seca; (t): teor; (e): exportação; N: nitrogênio; K: Potássio; P: Fósforo; Ca: Cálcio; Mn: Magnésio; S: Enxofre; Cu: Cobre; Mn: Manganês; Fe: Ferro; Zn: Zinco.

A queda da produtividade na época seca ocorreu em meio a temperatura elevada (Figura 13), acima da faixa ideal para desempenho produtivo da planta, que é de 23 a 28 °C (Fischer; Melgarejo, 2021). Segundo os mesmos autores, a baixa precipitação e baixa umidade provocam abortamento das flores. Assim como relatado por Sarkar e Sarkar (2022), a intensa queda fisiológica dos frutos ocorre devido à elevação da temperatura, pois essa provoca limitação estomática, reduzindo a produção (Dias *et al*., 2022).

De modo geral, o método de propagação por enxertia apresentou resultados superiores aos expressos pelo método da estaquia, com 25% de incremento, sendo de 53% na cultivar

Paluma e 28% na Tailandesa Branca, possivelmente devido à infestação da área por nematoides, provocando bloqueio na absorção de nutrientes pelo sistema radicular (Oliveira *et al*., 2024, Souza Filho *et al*., 2025). Enquanto na cultivar Tailandesa Vermelha, a estaquia proporcionou melhor produtividade, de modo geral, apresentando valor inferior somente na época seca (Figura 14A).

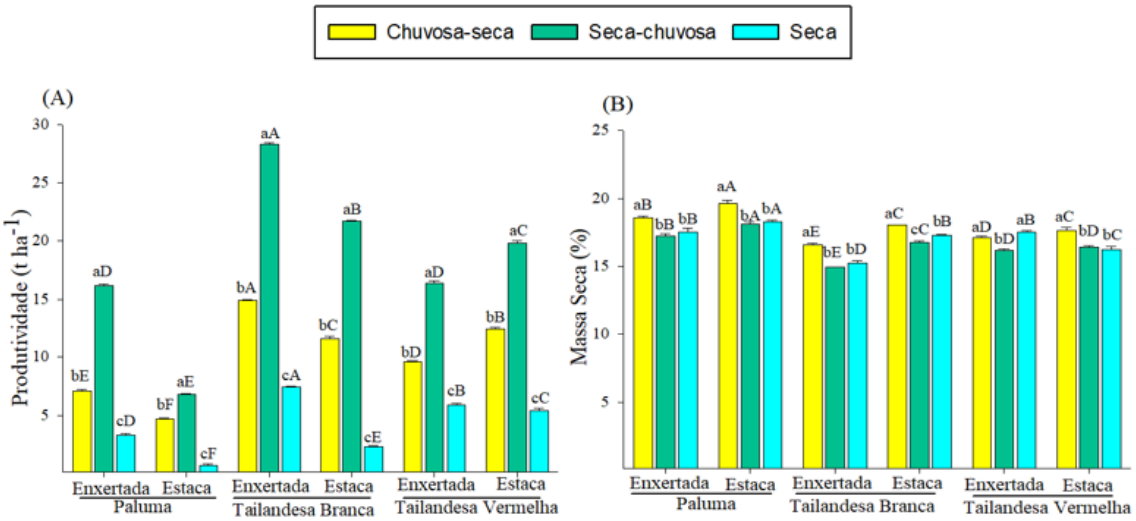


Figura 14 - Produtividade (A) e massa seca do fruto (B) das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época de poda.

A cultivar Paluma foi superada estatisticamente pelas cultivares Tailandesas quanto à produtividade (Figura 14A). Tais cultivares expressam suas características geneticamente intrínsecas, como número de frutos colhidos, juntamente com peso médio do fruto (Tabela 7), com destaque para cultivar Tailandesa Branca enxertada, sendo a mais produtiva, enquanto a Paluma estaca expressou os menores valores produtivos, em todas as épocas (Figura 14A), podendo estar ligado à susceptibilidade da cultivar ao ataque de nematoides (Souza Filho *et al*., 2025), presente na área.

O percentual da massa seca dos frutos foi obtido a partir do peso médio dos frutos (Tabela 7) de cada cultivar. No percentual da massa seca, foram observadas variações estatísticas quanto às cultivares/método de propagação e época de desenvolvimento dos frutos (Figura 14B), com maiores percentuais durante a época chuvosa-seca, com exceção da cultivar Tailandesa Vermelha enxertada, que apresentou valor igual durante a época seca (Figura 14B).

A época chuvosa-seca, com precipitação e temperatura amenas no início do desenvolvimento dos frutos (Figura 13), proporciona à planta potencial hídrico balanceado,

que influencia diretamente na divisão celular e crescimento dos frutos (Naing; Kim, 2021). Quando na fase final de desenvolvimento, a baixa umidade e incidência de altas temperaturas, induz o fechamento dos estômatos, prejudicando os processos fisiológicos, reduzindo o peso do fruto (Simões *et al*., 2018). Essas condições climáticas em que as frutíferas são expostas têm efeito negativo, devido à elevação da evapotranspiração, reduzindo o crescimento dos frutos, consequentemente a produtividade (Rossi *et al*., 2022).

Tabela 7 - Peso médio (g) dos frutos das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca).

	ÉPOCAS		
Cultivares/propagação	Chuvosa-seca	Seca-chuvosa	Seca
Paluma Enxertada	137,89	179,27	126,08
Paluma Estaca	123,92	157,46	101,30
Tail Branca Enxertada	176,34	196,87	140,55
Tail Branca Estaca	169,00	190,89	127,74
Tail Vermelha Enxertada	170,16	199,22	140,33
Tail Vermelha Estaca	172,36	209,36	128,89

Os menores percentuais foram expressos durante a época seca-chuvosa, não diferindo estatisticamente da época seca (Figura 14B). Carella, Massenti e Bianco (2023) explicam que essa similaridade na massa seca obtida nas duas épocas com condições climáticas distintas se dá porque, durante a época seca-chuvosa, a alta umidade e baixa temperatura fazem com que a planta não perca água, pois há equilíbrio hídrico da planta com o meio atmosférico, provocando, assim, a expansão do fruto. Por outro lado, na época seca, a baixa umidade e alta temperatura, com o desequilíbrio hídrico, fazem com que a planta feche os estômatos, evitando perda de água e, com o processo da fotossíntese e alto teor de clorofila, provoca o acúmulo de matéria no fruto.

A cultivar Tailandesa Branca enxertada apresentou o menor percentual de massa seca nas 3 épocas de desenvolvimento dos frutos (Figura 14B), não variando estatisticamente nas épocas chuvosa-seca e seca, sendo superiores ao valor obtido na época seca-chuvosa. Durante as épocas chuvosa-seca e seca, a maturação do fruto ocorreu sob alta temperatura e baixa umidade, reduzindo o teor de água do fruto, pois em dia com essas condições climáticas, o fruto perde água até mesmo para a planta (Constantinescu; Vercambre; Génard, 2020).

O maior percentual de massa seca, no estudo, foi constatado na cultivar Paluma estaca,

destacando-se das demais cultivares, estando dentro do valor estimado por Amanah *et al*. (2024) de massa seca no fruto da goiabeira, que é de 10 a 20%. Observa-se que a cultivar Paluma (enxertada e estaca) expressaram os maiores percentuais de massa, isso devido às suas características nos frutos, sendo menores que os frutos das cultivares Tailandesas.

Ao analisarmos a composição mineral da massa seca dos frutos das cultivares, foram reveladas diferenças em seus conteúdos minerais, com exceção do enxofre (S) (Tabela 8). Essas variações nos conteúdos minerais das cultivares de goiaba avaliadas podem ser devido à variabilidade genética, método de propagação e variações nas condições climáticas (Chiveu *et al*., 2019).

A goiaba é conhecida por sua composição mineral (Dube; Shukla; Singh, 2019). Nesse estudo, de modo geral, os macronutrientes mais presentes foram N>K>S>P>Ca>Mg, e os micronutrientes Fe>Zn>Mn>Cu. O teor variou conforme a época de desenvolvimento do fruto. Durante a época chuvosa-seca, os maiores teores foram de K e N, enquanto na época seca-chuvosa e seca foi de N e K. Os menores teores foram de Mg, S e Ca para as épocas (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca) respectivamente.

A melhor composição mineral total de macronutrientes dos frutos durante as épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa foi registrada na cultivar Tailandesa Vermelha estaca, enquanto a menor foi nas cultivares Tailandesa Branca estaca e enxertada, respectivamente. Na época seca, a melhor composição foi dos frutos da Tailandesa Branca enxertada, e na cultivar Paluma estaca, a menor. Esse reflete a ação dos nematoides presentes na área, onde este se aloja no sistema radicular, impedindo a absorção dos nutrientes pelo sistema radicular (Oliveira *et al*., 2024).

Como o N é o macronutriente mais presente nos frutos das cultivares, na proporção média de 8,34 g kg^{-1} de massa seca, com destaque para a cultivar Tailandesa Vermelha estaca nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa; na época seca, a cultivar Tailandesa Branca enxertada (Tabela 8). O menor teor foi constatado nos frutos das cultivares Tailandesa Branca estaca, Tailandesa Branca enxertada e Paluma estaca, nas épocas (chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca), respectivamente.

O valor do teor de N não variou quanto à época na cultivar Paluma estaca, e o método de propagação manteve a média estatística para cultivar Paluma nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa. Quanto ao teor de K, a cultivar Tailandesa Branca enxertada se destaca das demais, estatisticamente, nas épocas seca-chuvosa e seca. Esses resultados corroboram com os de Chiveu *et al*. (2019), onde cultivares de polpa branca apresentam maior teor de minerais.

Os frutos das cultivares em estudo não apresentaram variação estatística no teor de P durante as épocas chuvosa-seca e seca, assim como esses valores foram iguais ao teor das cultivares Tailandesas Branca e Vermelha estaca, e Tailandesa Vermelha enxertada durante a época seca-chuvosa. Outros estudos (Sharma *et al*., 2011; Kumari; Prasad; Ahmad, 2020) revelaram a estabilidade do teor de P para diferentes cultivares em diferentes épocas de cultivo.

Nesse mesmo sentido, o Ca não variou entre cultivares/propagação nas épocas seca-chuvosa e seca, a época de desenvolvimento do fruto, interferiu no teor de Ca, expressando valores distintos para cada época, com baixo teor na época seca. O Ca estabiliza (agente cimentante) a parede, dificultando a perda da água das células (Modesto *et al*., 2019). A época de desenvolvimento do fruto interferiu no teor de Mg somente nas cultivares Tailandesa Branca enxertada e estaca, durante a época chuvosa-seca. Quanto a cultivar/propagação, não houve variação no teor durante a época seca. O teor de S não variou estatisticamente no estudo.

Quanto aos micronutrientes, as mudanças climáticas, caracterizadas pelo aumento das temperaturas e alterações nas chuvas, afetam o teor de micronutrientes nos frutos (Semba *et al*., 2022), como pode-se observar na tabela 9, a redução do teor dos micronutrientes Cu, Mn e Fe, durante a época seca, quando todas as fases do desenvolvimento dos frutos ocorreram sob temperaturas elevadas e sem precipitação (Figura 13), onde nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa, os teores foram mais elevados.

Durante a época seca, o teor de Cu não variou entre as cultivares, enquanto as épocas não interferiram no teor de Zn das cultivares Tailandesas (Branca e Vermelha) quando enxertadas. Já o método de propagação por estaquia proporcionou a cultivar Paluma maior teor comparado ao teor da Paluma enxertada, enquanto nas cultivares Tailandesas (Branca e Vermelha) a propagação não interferiu no teor, ficando os resultados condicionados à época de desenvolvimento dos frutos e aos micronutrientes em estudo.

Os valores médios encontrados no estudo são similares aos relatados por Natale *et al*. (2002) quanto à composição mineral do fruto da goiabeira. Os micronutrientes, apesar de sua pequena quantidade nos frutos, cada um tem sua contribuição exclusiva para a saúde e produtividade das plantas, estando envolvidos em vários processos fisiológicos e bioquímicos (Tavanti *et al*., 2021). O Fe garante os processos, como fotossíntese, respiração e metabolismo de nitrogênio (Li *et al*., 2021); o Cu e Mn são essenciais para reações enzimáticas no sistema de defesa das plantas (Ye *et al*., 2019). O Zn está envolvido na produção de auxinas e hormônios para o alongamento celular (Tripathi *et al*., 2022). Sua deficiência pode ter efeitos cascata na trajetória de crescimento e na floração (Suganya; Saravanan; Manivannan, 2020).

Tabela 8 – Médias dos teores de macronutrientes na massa seca nos frutos das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca).

Épocas	Cultivar + Propagação	N	P	K	Ca	Mg	S
		----------g kg^{-1}----------					
Chuvosa-seca	Paluma Enxertada	7,94 ± 0,04 bB	1,58 ± 0,07 aA	7,63 ± 0,07 aA	1,47 ± 0,06 aA	1,12 ± 0,12 aA	2,15 ± 0,15 aA
	Paluma Estaca	7,63 ± 0,18 aB	1,55 ± 0,10 aA	7,80 ± 0,20 aA	1,14 ± 0,03 aB	0,82 ± 0,09 aB	2,19 ± 0,21 aA
	Tail Branca Enxertada	7,11 ± 0,03 bC	1,61 ± 0,03 aA	7,61 ± 0,14 cA	1,34 ± 0,08 aB	0,87 ± 0,05 bB	2,40 ± 0,14 aA
	Tail Branca Estaca	6,15 ± 0,18 bD	1,51 ± 0,07 aA	6,87 ± 0,04 aB	1,36 ± 0,09 aB	0,89 ± 0,06 bB	2,35 ± 0,02 aA
	Tail Vermelha Enxertada	6,87 ± 0,13 bC	1,53 ± 0,04 aA	7,78 ± 0,15 aA	1,62 ± 0,13 aA	1,00 ± 0,06 aB	2,35 ± 0,17 aA
	Tail Vermelha Estaca	8,72 ± 0,12 bA	1,51 ± 0,06 aA	7,62 ± 0,16 aA	1,69 ± 0,14 aA	1,20 ± 0,14 aA	2,48 ± 0,11 aA
Seca-chuvosa	Paluma Enxertada	8,51 ± 0,06 bB	1,30 ± 0,15 bB	7,79 ± 0,11 aA	1,05 ± 0,02 bA	1,18 ± 0,11 aA	0,70 ± 0,06 aA
	Paluma Estaca	8,21 ± 0,07 aB	1,30 ± 0,06 bB	6,41 ± 0,02 bC	0,85 ± 0,07 bA	0,95 ± 0,02 aB	0,70 ± 0,09 aA
	Tail Branca Enxertada	4,19 ± 0,05 cC	1,15 ± 0,12 bB	8,01 ± 0,10 bA	1,08 ± 0,06 bA	1,15 ± 0,07 aA	0,72 ± 0,04 aA
	Tail Branca Estaca	8,79 ± 0,24 aB	1,41 ± 0,11 aB	6,40 ± 0,09 aC	1,15 ± 0,13 aA	1,26 ± 0,13 aA	0,80 ± 0,09 aA
	Tail Vermelha Enxertada	7,68 ± 0,11 bB	1,25 ± 0,10 aB	6,51 ± 0,06 cC	1,07 ± 0,08 bA	1,15 ± 0,06 aA	0,71 ± 0,07 aA
	Tail Vermelha Estaca	11,62±0,13 aA	1,66 ± 0,10 aA	7,33 ± 0,03 aB	1,27 ± 0,03 bA	1,31 ± 0,15 aA	0,90 ± 0,05 aA
Seca	Paluma Enxertada	9,77 ± 0,14 aB	1,66 ± 0,08 aA	7,91 ± 0,10 aB	0,63 ± 0,06 cA	1,07 ± 0,04 aA	1,42 ± 0,10 aA
	Paluma Estaca	8,01 ± 0,07 aD	1,65 ± 0,08 aA	6,30 ± 0,02 bD	0,75 ± 0,10 bA	1,13 ± 0,05 aA	1,44 ± 0,14 aA
	Tail Branca Enxertada	11,68±1,07 aA	1,76 ± 0,13 aA	8,41 ± 0,09 aA	0,82 ± 0,13 cA	1,16 ± 0,07 aA	1,56 ± 0,06 aA
	Tail Branca Estaca	9,14 ± 0,05 aC	1,57 ± 0,06 aA	5,99 ± 0,06 cE	0,94 ± 0,03 bA	1,15 ± 0,04 aA	1,58 ± 0,05 aA
	Tail Vermelha Enxertada	9,99 ± 0,13 aB	1,73 ± 0,07 aA	6,94 ± 0,05 bE	0,68 ± 0,08 cA	1,12 ± 0,03 aA	1,53 ± 0,10 aA
	Tail Vermelha Estaca	8,20 ± 0,20 bD	1,56 ± 0,08 aA	7,10 ± 0,25 bC	0,79 ± 0,09 cA	1,15 ± 0,06 aA	1,69 ± 0,08 aA

N: nitrogênio; K: Potássio; P: Fósforo; Ca: Cálcio; Mn: Magnésio; S: Enxofre. Letras minúsculas representam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas representam as cultivares em cada época.

Tabela 9 – Médias dos teores de micronutrientes na massa seca nos frutos das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca).

Épocas	Cultivar + Propagação	Cu	Mn	Fe	Zn
		----------mg kg^{-1}----------			
Chuvosa-seca	Paluma Enxertada	3,68 ± 0,13 bD	9,68 ± 0,12 bF	22,10 ± 0,13 bE	14,21 ± 0,21 aB
	Paluma Estaca	4,82 ± 0,03 bB	14,37 ± 0,05 bB	24,12 ± 0,18 bB	14,83 ± 0,07 cA
	Tail Branca Enxertada	6,89 ± 0,13 aA	12,34 ± 0,09 bE	23,41 ± 0,03 bC	12,00 ± 0,14 aD
	Tail Branca Estaca	3,56 ± 0,08 bD	12,64 ± 0,05 bD	19,57 ± 0,23 bF	11,61 ± 0,21 cE
	Tail Vermelha Enxertada	4,69 ± 0,06 bB	16,41 ± 0,09 bA	30,87 ± 0,10 bA	14,60 ± 0,14 aA
	Tail Vermelha Estaca	3,91 ± 0,10 bC	12,93 ± 0,06 bC	22,90 ± 0,05 bD	13,65 ± 0,07 cC
Seca- chuvosa	Paluma Enxertada	6,52 ± 0,13 aC	16,52 ± 0,10 aE	35,62 ± 0,22 aE	17,61 ± 0,11 aC
	Paluma Estaca	8,17 ± 0,10 aA	16,67 ± 0,06 aE	40,30 ± 0,23 aB	20,58 ± 0,02 aB
	Tail Branca Enxertada	6,77 ± 0,10 aB	20,62 ± 0,09 aC	33,03 ± 0,03 aF	14,03 ± 0,12 aF
	Tail Branca Estaca	5,93 ± 0,07 aD	21,17 ± 0,06 aB	39,70 ± 0,14 aC	17,21 ± 0,05 aD
	Tail Vermelha Enxertada	6,41 ± 0,04 aC	18,93 ± 0,11 aD	36,02 ± 0,12 aD	16,21 ± 0,18 aE
	Tail Vermelha Estaca	7,81 ± 0,11 aA	25,48 ± 0,07 aA	44,53 ± 0,14 aA	21,16 ± 0,09 aA
Seca	Paluma Enxertada	0,46 ± 0,04 cA	1,41 ± 0,09 cB	1,95 ± 0,14 cC	15,91 ± 0,19 bB
	Paluma Estaca	0,66 ± 0,14 cA	1,37 ± 0,07 cB	3,57 ± 0,09 cA	17,71 ± 0,09 bA
	Tail Branca Enxertada	0,53 ± 0,06 bA	1,72 ± 0,05 cA	2,57 ± 0,09 cB	13,02 ± 0,01 aE
	Tail Branca Estaca	0,46 ± 0,05 cA	1,36 ± 0,06 cB	2,81 ± 0,14 cB	14,41 ± 0,09 bD
	Tail Vermelha Enxertada	0,52 ± 0,07 cA	1,55 ± 0,02 cB	3,00 ± 0,09 cB	15,40 ± 0,07 aB
	Tail Vermelha Estaca	0,45 ± 0,08 cA	1,82 ± 0,24 cA	1,98 ± 0,18 cC	17,40 ± 0,21 bA

Cu: Cobre; Mn: Manganês; Fe: Ferro; Zn: Zinco. Letras minúsculas representam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas representam as cultivares em cada época.

Na estimativa média de exportação durante os 3 ciclos avaliativos, os macronutrientes mais exportados apresentaram valores na ordem decrescente, N>K>P>S>Ca>Mg, somando 37 kg ha^{-1} de macronutrientes exportados em 10,9 t ha^{-1} de frutos, por ciclo. Durante a época seca-chuvosa, foram exportados 58 kg ha^{-1} (52% do total) em 18 t ha^{-1} (56%), enquanto na época seca o valor exportado foi de 15 kg em 4 t ha^{-1} de frutos produzidos pelas cultivares.

Na época de desenvolvimento dos frutos, chuvosa-seca, o macronutriente K foi o mais exportado, seguido por N>S>P>Ca>Mg, enquanto nas épocas seca-chuvosa e seca, a ordem dos 3 nutrientes mais exportados foi N>K>P, seguidos por Mg>Ca>S, e S>Mg>Ca, para mesmas épocas, respectivamente (Figura 15). A intensa precipitação na fase inicial de desenvolvimento do fruto na época chuvosa-seca (Figura 13) pode ter reduzido a disponibilidade de N no solo, devido à lixiviação (Zhang *et al*., 2020), reduzindo a quantidade na fonte (planta) a ser enviada para o dreno (fruto).

Observando o método de propagação, a enxertia proporcionou 53% e a estaquia 47% dos macronutrientes exportados, sendo o N o mais exportado pela estaquia, enquanto pelo método de propagação por enxertia o mais exportado foi o K.

Quanto às cultivares, a Tailandesa Branca e Vermelha (enxertadas e estaquia) exportaram em média 43 kg ha^{-1} de macronutriente por ciclo, cada uma, já a Paluma, somente 24 kg ha^{-1}, isso se deu devido às características intrínsecas das cultivares quanto à produtividade, onde as cultivares Tailandesas apresentam maior produtividade, consequentemente maior exportação. O N é o mais exportado pelas cultivares Paluma e Tailandesa Vermelha (Figura 15F), seguido pelo K>P>S>Ca>Mg. Pela Tailandesa Branca, o mais exportado foi o K, seguido pelo N>P>S>Ca>Mg. Santos *et al*. (2023) observaram na cultivar Paluma em dois ciclos que os macronutrientes mais exportados foram K, seguido por N > S > P > Ca > Mg.

As épocas de desenvolvimento dos frutos interferiram nos valores de todos os macronutrientes exportados pela cultivar Tailandesa Branca estaca com médias diferentes estatisticamente entre as épocas (Figura 15). Seguidas pelas cultivares Paluma enxertada e Tailandesa Vermelha estaca, ambas não apresentaram variações no valor de Ca para estações chuvosa-seca e seca-chuvosa; assim como a Tailandesa Branca enxertada, com valores similares somente para N, nas mesmas épocas (Figura 15F).

Enquanto a Paluma estaca e Tailandesa Vermelha enxertada só apresentaram variações nas 3 épocas para os macronutrientes S e N; e, P e K, (Figura 15D, 15F, 15C e 15E) respectivamente. Com isso, a Cultivar Paluma estaca manteve suas médias iguais para Ca

(Figura 15A) em todas as épocas, enquanto manteve as médias de Mg, P e K nas épocas chuvosa-seca e seca-chuvosa (Figura 15B, 15C e 15E). Nas mesmas épocas, a Tailandesa Vermelha enxertada manteve o valor de Ca (Figura 15A), mantendo o de Mg e N nas épocas chuvosa-seca e seca (Figura 15B e 15F), e S na época seca-chuvosa e seca (Figura 15D).

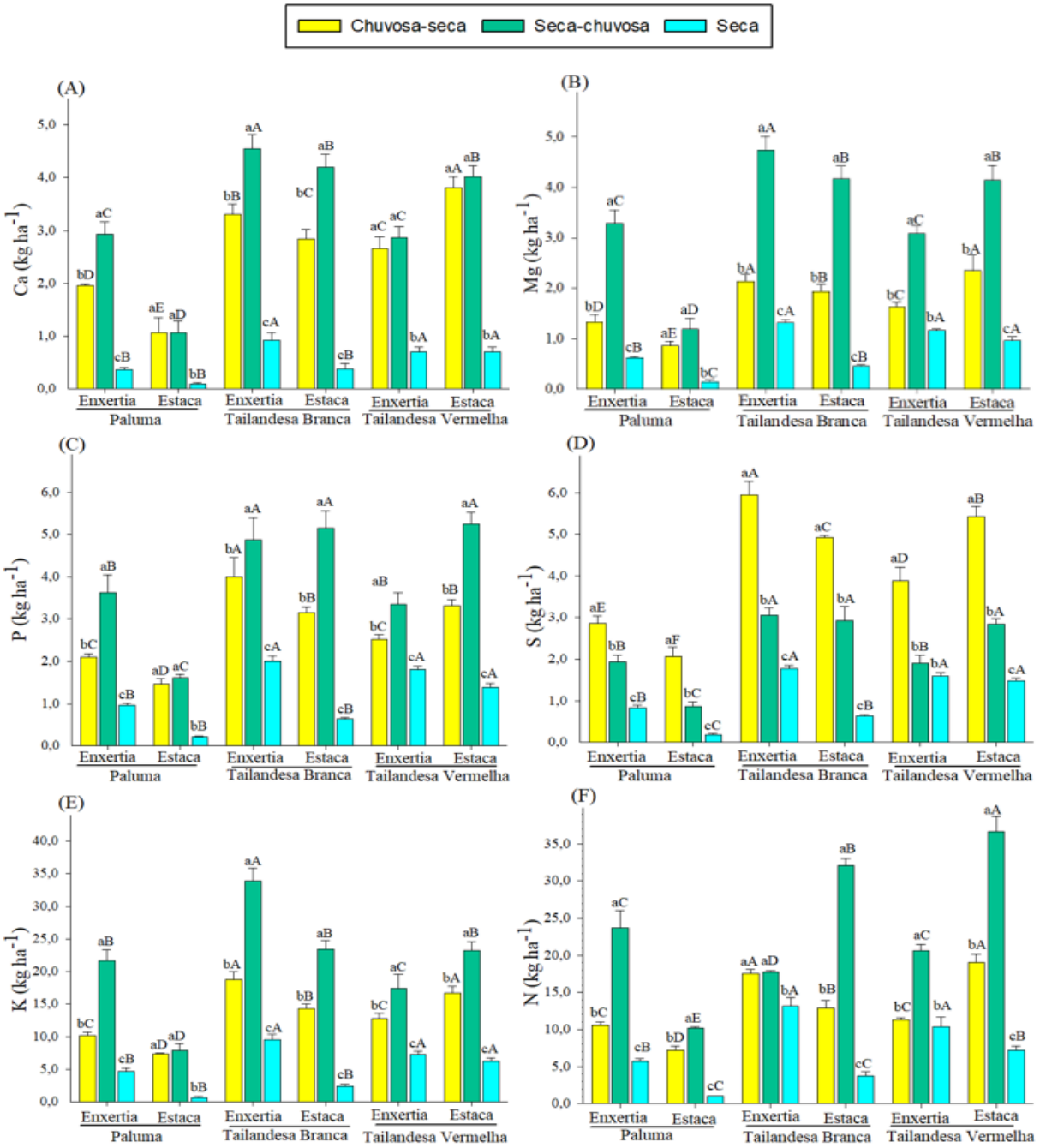


Figura 15 - Exportação dos macronutrientes Ca (A), Mg (B), P (C), S (D), K (E) e N (F) dos frutos das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas comparam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas comparam as cultivares em cada época de poda.

Os maiores volumes de exportações de nutrientes ocorreram pelos frutos das cultivares Tailandesas Branca e Vermelha (enxertada e estaca), durante a época seca-chuvosa, com exceção do S, que se deu na época chuvosa- seca (Figura 15D). Tais valores nas tailandesas são devido ao alto índice de produtividade, característica intrínseca das cultivares (Lourenço; Santos; Silva, 2022). Na época seca, as cultivares Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Vermelha enxertada e estaca se destacam com maiores valores exportado de Mg, P, S e K. Quanto ao N, as Tailandesas (Branca e Vermelha) quando enxertadas.

Enquanto os menores valores ocorreram na época seca, expressando valores até 5 vezes menores aos das outras épocas, isso é reflexo da baixa produtividade de todas as cultivares, demonstrando interferência da época de desenvolvimento do fruto sobre a produtividade (Sarkar; Sarkar, 2022), reflexo das condições climáticas não adequadas para o desenvolvimento do fruto (Fischer; Melgarejo, 2021).

A título de exemplo, o Ca não apresentou variação significativa entre as cultivares quanto ao teor, durante as épocas seca-chuvosa e seca, sendo este responsável pela expansão da parede celular, dando tamanho ao fruto (Modesto *et al*., 2019), mas ao observar o Ca exportado, seu valor variou conforme a variação da produtividade (Figura 14A) para as mesmas épocas, enquanto a elevação da produtividade na época seca-chuvosa, o valor de exportação do Ca nas cultivares Paluma e Tailandesa Vermelha (Figura 15A), em ambos os métodos de propagação, ficou igual ao da época chuvosa-seca.

Quanto ao Mg, as cultivares Tailandesa Branca enxertada e Tailandesa Vermelha estaca se destacam com volume exportado (Figura 15B), sem diferença estatística, sendo superiores à Paluma em todas as épocas. Para o macronutriente P, as cultivares Tailandesa Branca (enxertada e estaca) e Tailandesa Vermelha estaca não apresentam diferença nos valores exportados durante as épocas seca-chuvosa e seca (Figura 15C).

Contrário aos demais macronutrientes, que apresentam valores de exportação maior na época seca-chuvosa, o S demonstrou maior valor na época chuvosa-seca em todas as cultivares (Figura 15D), com destaque para Tailandesa Branca enxertada. Já na época seca-chuvosa, se junta a essa cultivar, a Tailandesa Branca e Vermelha, propagadas por estaca, e na época seca a Tailandesa Vermelha (enxertada e estaca).

A cultivar Tailandesa Branca estaca apresentou baixo volume de exportação em todos os macronutrientes durante a época seca, estatisticamente igual à cultivar Paluma estaca (Figura 15). As cultivares demonstram ser sensíveis aos estresses bióticos (nematoides) e abióticos expressos durante a época, pois a enxertia proporciona melhor adaptabilidade às condições

adversas (Belmonte-Ureña *et al*., 2020). A cultivar Tailandesa Vermelha estaca não apresentou resultados semelhantes porque demonstra ter menos susceptibilidade ao ataque dos nematoides (Vitti; Lima; Martines Filho, 2020).

A exportação dos micronutrientes nos 3 ciclos avaliados ocorreu na ordem decrescente de Fe>Zn>Mn>Cu, sendo o Fe o mais exportado nas estações chuvosa-seca e seca-chuvosa e o Zn na época de podaestação seca, enquanto o Cu foi o menos exportado nas 3 estações (Figura 16). Os valores de micronutrientes exportados por cada cultivar com seus respectivos métodos de propagação diferem estatisticamente nas épocas, com exceção da Tailandesa Branca enxertada, que apresentou valores iguais para Cu exportado nas estações chuvosa-seca e seca-chuvosa (Figura 16A).

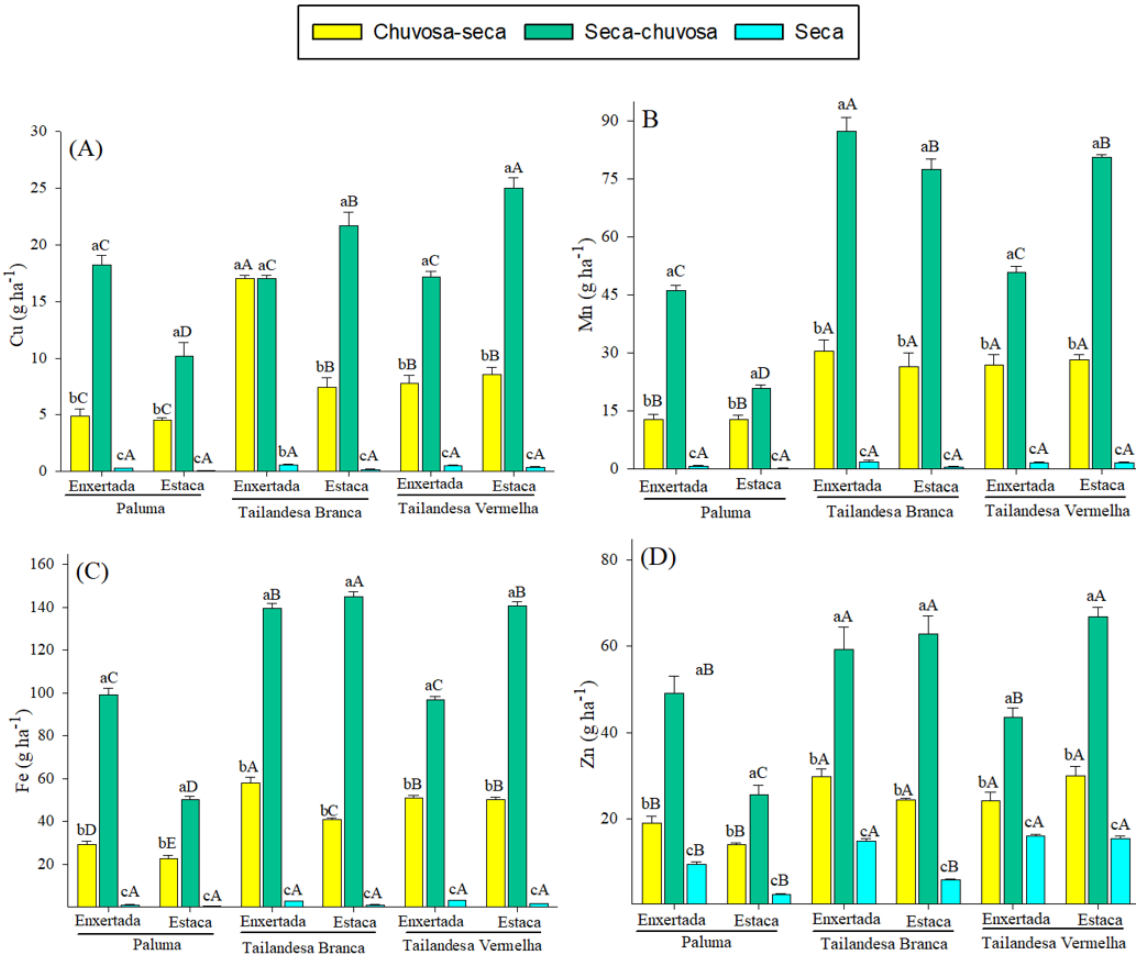


Figura 16 - Exportação dos micronutrientes Cu (A), Mn (B), Fe (C) e Zn (D) dos frutos das três cultivares de goiaba (Paluma, Tailandesa Branca e Tailandesa Vermelha) propagadas por estaquia ou enxertia em épocas de desenvolvimento dos frutos (épocas chuvosa-seca, seca-chuvosa e seca). Letras minúsculas representam as épocas em cada cultivar, e letras maiúsculas representam as cultivares em cada época.

A época de podaestação seca-chuvosa proporcionou melhores valores de exportação de

micronutrientes pelas cultivares estudadas, com 68% do total exportado nas 3 estações. Nessa estação, a cultivar Tailandesa Vermelha estaca exportou a maior quantidade de Cu e Zn (Figura 16A e 4.4D). A cultivar Tailandesa Branca na época de podaestação seca-chuvosa apresentou melhor resultado na exportação de Mn quando propagada por enxertia, enquanto a propagada por estaquia apresentou melhor resultado com a exportação do Fe (Figura 16C).

Durante a época seca, as cultivares não apresentaram diferença significativa nos valores exportados de Cu, Mn e Fe, reflexo das más condições climáticas que dificultam a absorção de nutrientes pela planta e o transporte até o fruto (Goche *et al*., 2020). Mesmo com a aplicação da irrigação, a planta não consegue se desenvolver, apresentando o fenômeno de seca fisiológica (Daryanto; Wang; Jacinthe, 2020). Já para Zn, as cultivares Tailandesa Branca enxertada, Tailandesa Vermelha enxertada e estaca apresentaram melhores resultados, diferindo da Paluma estaca e enxertada, e da Tailandesa Branca estaca. Essas variações nos conteúdos minerais das cultivares de goiaba podem ser devidas à variabilidade genética, adaptabilidade às condições climáticas e práticas agrícolas (Chiveu *et al*., 2019).

Assim, corroborando com Chiveu *et al*. (2019), as condições climáticas e a idade das plantas interferem nos valores de nutrientes exportados nos frutos, pois Souza *et al*. (2017) avaliaram a exportação de nutrientes pelos frutos da goiabeira Paluma, com 8 anos de transplantio, cultivada no Estado de São Paulo, apontando valores superiores aos encontrados nesse estudo, em um pomar com 3 anos de cultivo.

6.4 Conclusões

A época seca-chuvosa apresentou os melhores rendimentos produtivos, sendo a mais indicada para manejo da cultura. A época seca foi a mais desfavorável para a produção devido às altas temperaturas e baixa umidade, exigindo estratégias de mitigação para viabilizar a frutificação.

A composição mineral variou conforme a época de poda de frutificação e o método de propagação, sendo que as cultivares enxertadas apresentaram maior exportação de nutrientes.

REFERÊNCIAS

AMANAH, H. Z.; PRATIWI, E. Z. D.; RAHMI, D. N.; PAHLAWAN, M. F. R.; MASITHOH, R. E. Non-destructive determination of water content in fruits using Vis-NIR Spectroscopy. **Food Research,** v. 8, n. 2, p. 9-14, 2024.

BANYAL, S. K.; BHATIA, R.; BANYAL, A. K.; JARIAL, K. Integrated nutrient management practices in Mrig bahar crop of guava under high density plantation. **International Journal of Research in Agronomy**, v. 7, n. 3, p. 235-238, 2024.

BELMONTE-UREÑA, L. J.; GARRIDO-CARDENAS, J. A.; CAMACHO-FERRE, F. Analysis of World Research on Grafting in Horticultural Plants**. HortScience**, v. 55, n. 1, p. 112-120, 2020.

CARELLA, A.; MASSENTI, R.; BIANCO, R. L. Testing effects of vapor pressure deficit on fruit growth: a comparative approach using peach, mango, olive, orange, and loquat. **Frontiers Plant Science**, v. 14, p. 1294195, 2023.

CASTRO, J. M. C.; RIBEIRO, J. M. **Pesquisa e desenvolvimento para a cultura da goiabeira: contribuição da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020. 82 p. (Documentos, 297).

CHIVEU, J.; NAUMANN, M.; KEHLENBECK, K.; PAWELZIK, E. Variation in fruit chemical and mineral composition of Kenyan guava (*Psidium guajava* L.): Inferences from climatic conditions, and fruit morphological traits. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 92, p. 151-159, 2019.

CONSTANTINESCU, D.; VERCAMBRE, G.; GÉNARD, M. Model-assisted analysis of the peach pedicel–fruit system suggests regulation of sugar uptake and a water-saving strategy. **Journal of Experimental Botany***,* v. 71, n. 12, p. 3463-3474, 2020.

DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P. A. Global synthesis of drought effects on cereal, legume, tuber and root crops production: A review. **Agricultural Water Management,** v. 179, p. 18-33, 2020.

DIAS, M.C.; ARAÚJO, M.; SILVA, S.; SANTOS, C. Sustainable olive culture under climate change: the potential of biostimulants. **Horticulturae**, v. 8, n. 1048, 2022.

DUBE, A.; SHUKLA, R.; SINGH, P. Compositional and antioxidant changes in guava (Psidium guajava L.) varieties during development and ripening. **Environment And Ecology**, v. 33, n. 1, p. 33-36, 2019.

FISCHER, G.; MELGAREJO, L. Ecophysiological aspects of guava (*Psidium Guajava* L.). A review**. Colombiana Journal Horticola Scienece**, v. 15, n. 2, 2021.

GOCHE, T.; SHARGIE, N. G.; CUMMINS, I.; BROWN, A. P.; CHIVASA, S.; NGARA R. Comparative physiological and root proteome analyses of two sorghum varieties responding to water limitation. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1-18, 2020.

HABIBI, F.; LIU, T.; FOLTA, K.; SARKHOSH, A. Physiological, biochemical, and molecular aspects of grafting in fruit trees. **Horticulture Research**. v. 32, p. 35184166, 2022.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (eds). Handbuch der Klimatologie. Berlin: Gebrüder Bornträger. 1936. p. 1-44.

KUMARI, D.; PRASAD, M.; AHMAD, F. Study of Mineral Nutrient Accumulation in Different Cultivars of Guava Fruits. **International Journal of Environment and Climate Change,** v.10, n. 2, p. 81-88, 2020.

KUMARI, P.; MANKAR, A.; KARUNA, K.; HOMA, F.; MEIRAMKULOVA, K.; SIDDIQUI, M W. Mineral composition, pigments, and postharvest quality of guava cultivars commercially grown in India, **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 2, p. 100061, 2020.

LI, J.; CAO, X.; JIA, X.; LIU, L.; CAO, H.; QIN, W.; LI, M. Iron deficiency leads to chlorosis through impacting chlorophyll synthesis and nitrogen metabolism in Areca Catechu L. **Frontiers Plant Science**, v. 12, p. 710093, 2021.

LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SOUSA, P. F. N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 180-189, 2022.

LOURENÇO, A. M. S.; SANTOS, C. A. F.; SILVA, D. O. M. Compatibility and phenotypic variability of guava accessions grafted on *BRS Guaraçá* rootstock: vegetative and fruit production traits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e71259, 2022.

MARTINS, A. N.; NARITA, N.; SUGUINO, E.; HIROSHI S.; TAKATA, W. Desempenho de cultivares de goiabeiras em ambientes irrigado e sequeiro. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 2, p. 82-89, 2020.

MODESTO, J. H.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. A.; SILVA, M. S.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Physical and chemical characterization and bioactive compounds from blackberry under calcium chloride application. **Acta Scientiarum,** v. 42, e42449, 2019.

NAING, A. H.; KIM, C. K. Abiotic stress-induced anthocyanins in plants: Their role in tolerance to abiotic stresses**. Physiologia Plantarum**, v. 172, p. 1711-1723, 2021.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. M.; SILVA, M. A. C.; PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 770-773, 2002.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Cultura da goiaba: do plantio à comercialização. Jaboticabal: FCAV. 2009.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENTE, L. E.; PARENTE, S. E. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

NAWAZ, M. A.; IMTIAZ, M.; KONG, Q.; CHENG, F.; AHMED, W.; HUANG, Y.; BIE, Z. Grafting: A Technique to Modify Ion Accumulation in Horticultural Crops. **Frontiers Plant Science**, v. 7, p. 1457, 2016

OLIVEIRA, W.; COLARES, L. C.; PORTO, R. G.; VIANA, B. F.; TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Food plants in Brazil: origin, economic value of pollination and pollinator shortage risk. **Science of The Total Environment**, v. 912, 169147, 2024.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; FAZIO, G.; FRANCESCATTO, P.; LEITE, G. B. Advances in fruit crop propagation in Brazil and worldwide – apple trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n.3, 2019.

ROSSI, F.; MANFRINI, L.; VENTURI, M.; GRAPPADELLI, L. C.; MORANDI, B. Fruit transpiration drives interspecific variability in fruit growth strategies. **Horticulture Research**, v. 9, uhac036, 2022.

R CORE TEAM. R: **Uma Linguagem E Ambiente Para Computação Estatística**. Fundação R Para Computação Estatística. Viena, Áustria, 2020. Disponível em: Https://Www.R-Project.Org/. Acesso em: 02 mai. 2025.

SANTOS, A. S. D.; PEREIRA, G. A.; FONSECA, W. L.; ZUFFO, A. M.; DA CUNHA, J. G.; SOARES, N. P.; MORAIS, E. M.; NASCIMENTO, A. A. S. D.; SANTOS, D. P.; ALMEIDA, M. S.; AGUILERA, J. G.; MORALES-ARANIBAR, L.; SALCEDO, E. P.; CHURA, R. M. M.; CONTRERAS, W. C.; ALEJO, R. C. Photosynthetic assimilation of the guava (*Psidium Guajava*) Cv. 'Paluma' under different pruning and fruit thinning intensities. **Agronomy**, v. 13, n. 6, p. 1-11, 2023.

SARKAR, T.; SARKAR, S. K. Pollination characteristics and intervarietal hybridization of *Psidium guavaja*. **Jornal of Crop and Weed**, v. 18, n. 1, p. 96-103, 2022.

SEMBA, R. D.; ASKARI, S.; GIBSON, S.; BLOEM, M. W.; KRAEMER, K. The Potential Impact of Climate Change on the Micronutrient-Rich Food Supply. **Advances in Nutrition**, v.13, n. 1, p. 80-100, 2022.

SHARMA, A.; WALI, V.K.; BAKSHI, P. E.; JAMWAL, M. Effect of Organic Manures and Biofertilizers on Leaf and Fruit Nutrient Status in Guava (Psidium guajava L.) Cv. Sardar. **Journal of Horticultural Sciences**, v. 6, n. 2, p. 169-171, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SIMÕES, W. L.; FERREIRA, P. P. B.; MOUCO, M. A. DO C.; GUIMARÃES, M.; SILVA, J. A. B. Produção e respostas fisiológicas da mangueira cv. Keitt sob diferentes sistemas de irrigação no Submédio do São Francisco. **Irriga**, v. 23, p. 34-43, 2018.

SIMÕES, W. L.; ANDRADE, V. P. M.; SILVA, J. S.; SANTOS, C. A. F.; SOUSA, J. S. C.; CALGARO, M.; BARBOSA, K. V. F.; NASCIMENTO, B. R. Fruit production and quality of 'Paluma' guava with nematode-tolerant rootstock irrigated in the semi-arid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 5, p. 400-406, 2023.

SINGH, V. K.; SONI, M. K.; SINGH, A. Effect of drip irrigation and polyethylene mulching

on fruit yield and quality of guava cv. Allahabad Safeda under meadow orcharding. **Indian Journal of Horticulture**, v. 72, n. 4, 2015.

SOUZA, H. A. de; AMORIM, D. A. de; ROZANE, D. E.; NATALE, W. Quantificação de nutrientes nos frutos de goiabeiras adubadas com subproduto da agroindústria processadora de goiabas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 390- 395, 2017.

SOUZA FILHO, J. F.; PEREIRA, G. A.; CUNHA, J. G.; ANDRADE, K. M. Z.; ALMEIDA, M. H. G.; RIBEIRO, T. V. A. O.; ALMEIDA, M. G. M.; ALMEIDA, M. S.; EVANGELISTA, T. Y. L.; SANTOS, A. S.; SOARES, L. C.; FONSECA, W. L.; ZUFFO, A. M. Phenology and production of guava cultivars, using two methods of vegetative propagation, subjected to fruiting pruning times in the Brazilian Semiarid**. Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 18, n. 02, p. 1548-1563, 2025.

SUGANYA, A.; SARAVANAN, A.; MANIVANNAN, N. Role of zinc nutrition for increasing zinc availability, uptake, yield, and quality of maize (*Zea Mays* L.) grains: an overview. **Commun Soil Sciences Plant Anal**, v. 51, n. 15, p. 2001-2021, 2020.

SUWANWONG, Y.; BOONPANGRAK, B. Phytochemical contents, antioxidant activity, and anticancer activity of three common guava cultivars in Thailand. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 42, p. 101290, 2021.

TAVANTI, T. R.; MELO, A. A. R.; MOREIRA, L. D. K.; SANCHEZ, D. E. J.; SILVA, R. S.; SILVA, R. M.; REIS, A. R. Micronutrient fertilization enhances ROS scavenging system for alleviation of abiotic stresses in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 160, p. 386-396, 2021.

TRIPATHI, R.; TEWARI, R.; SINGH, K. P.; KESWANI, C.; MINKINA, T.; SRIVASTAVA, A. K.; DE CORATO, U.; SANSINENEA, E. Plant mineral nutrition and disease resistance: a significant linkage for sustainable crop protection. **Frontiers Plant Science**, v. 13, p. 883970, 2022.

TYAGI, S.; SAHAY, S.; IMRAN, M.; RASHMI, K.; MAHESH S. S. Pre-harvest factors influencing the postharvest quality of fruits: a review. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 23, n. 4, p. 1-12, 2017.

VIEIRA, M. E.; FREITAS, M. S. M.; VIÉGAS, I. J. M.; ALVES, R. M.; CUNHA, J. M.; PEÇANHA, D. A.; JESUS, A. C.; CARVALHO, A. J. C. Nutrient export by cupuassu fruits grown in the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 46, e-659, 2024.

VITTI, K. A.; LIMA, L. M.; MARTINES FILHO, J. G. Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, p. e447, 2020.

YE, Y.; MEDINA-VELO, I. A.; COTA-RUIZ, K.; MORENO-OLIVAS, F.; GARDEA-TORRESDEY, J. L. Can abiotic stresses in plants be alleviated by manganese nanoparticles or compounds? **Ecotoxicology and Environmental Safety,** v. 184, p. 109671, 2019.

ZHANG, X.; LI, Q.; GAO, J.; HU, Y.; SONG, M.; YUE, Y. Effects of rainfall amount and frequency on soil nitrogen mineralization in Zoigê alpine wetland, **European Journal of Soil Biology**, v. 97, p. 103170, 2020.

ZHU, B.; GUO, P.; WU, S.; YANG, Q.; HE, F.; GAO, X.; ZHANG, Y.; XIAO, J. A Better Fruit Quality of Grafted Blueberry Than Own-Rooted Blueberry Is Linked to Its Anatomy**. Plants,** v. 13, n. 5, p. 625, 2024.