



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

AMANDA MARIA RIBEIRO SOARES

**IMPACTO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CONCENTRAÇÃO
DE ETILENO, FLORAÇÃO E RETENÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA
'KENT'**

PETROLINA – PE

2024

AMANDA MARIA RIBEIRO SOARES

**IMPACTO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CONCENTRAÇÃO
DE ETILENO, FLORAÇÃO E RETENÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA
'KENT'**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto

Co-orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

PETROLINA – PE

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO - UNIVASF
Gabinete da Reitoria

Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI)

Av. José de Sá Maniçoba, s/n, Campus Universitário – Centro CEP 56304-917
Caixa Postal 252, Petrolina-PE, Fone: (87) 2101- 6760, biblioteca@univasf.edu.br

S676i	<p>Soares, Amanda Maria Ribeiro</p> <p>Impacto de reguladores de crescimento na concentração de etileno, floração e retenção de frutos de mangueira 'Kent' / Amanda Maria Ribeiro Soares. – Petrolina-PE, 2024.</p> <p>xiii, 48f.: il.; 29 cm.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2024.</p> <p>Orientador: Prof.º Dr.º Vespasiano Borges de Paiva Neto.</p> <p>Inclui referências.</p> <p>1. Manga- Cultivo. 2. Reguladores vegetais. 3. Plantas - Fisiologia. 4. Cultura da mangueira. I. Título. II. Paiva Neto, Vespasiano Borges de. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.</p> <p>CDD 634.34</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

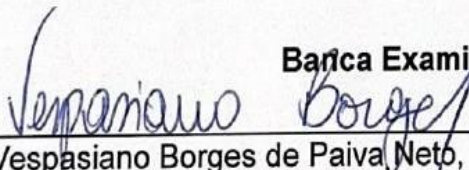
AMANDA MARIA RIBEIRO SOARES

IMPACTO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CONCENTRAÇÃO DE
ETILENO, FLORAÇÃO E RETENÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA 'KENT'

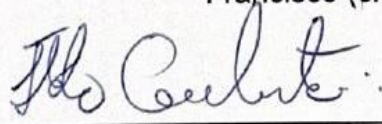
Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Agronomia – Produção Vegetal, pela
Universidade Federal do Vale do São
Francisco.

Aprovada em: 28 de Junho de 2024.

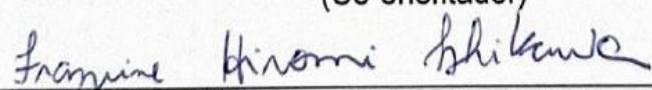
Banca Examinadora



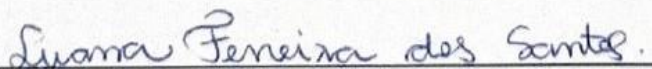
Prof. Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto, Universidade Federal do Vale do São
Francisco (orientador)



Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, Universidade Federal do Vale do São Francisco
(Co-orientador)



Profª Dra. Francine Hiromi Ishikawa, Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dra. Luana Ferreira dos Santos, Embrapa Semiárido

Aos meus avôs que perdi durante esta caminhada, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por não ter me abandonado, sendo minha força, inspiração e guia durante todo o processo de campo e redação desta dissertação.

Aos meus pais, que foram a fonte incansável de amor, apoio e incentivo ao longo de toda a trajetória. Suas palavras de encorajamento e presença constante foram a bússola que guiou meus passos e iluminou os momentos mais desafiadores. Ao meu querido irmão, cujo apoio e compreensão foram fundamentais.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Ciências Agrárias (CCA/UNIVASF) por ter me concedido a oportunidade de cursar o Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou a realização do meu mestrado.

À Fazenda Special Fruits por ter aberto as portas para a realização do experimento que embasou esta pesquisa. A generosidade em permitir o acesso às instalações da fazenda e disponibilizar seus colaboradores para auxiliar no desenvolvimento do experimento foi crucial para o sucesso deste estudo.

Meus sinceros agradecimentos à SUMITOMO e à AGROFRESH pelas valiosas colaborações, disponibilizando parte dos produtos com os reguladores vegetais utilizados nesta pesquisa. Esta colaboração não apenas enriqueceu a pesquisa, mas também destaca a importância da sinergia entre a academia e a indústria para o avanço do conhecimento e a aplicação prática de descobertas científicas.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, na pessoa do Dr. Sérgio Tonetto, pesquisador da Embrapa, e a Dra. Luana Ferreira, pela disponibilização do equipamento para medição das concentrações de etileno.

As amigas e colegas Vanusia, Daniele, Fernanda, Naiane, Jerce, que foram incansáveis e me ajudaram muito na parte de campo e, principalmente, na quase infinita contagem de flores. Meu muito obrigada!

A todos que colaboraram comprando ou vendendo minha rifa, sem vocês essa análise de antocianina não teria saído. Gratidão.

Ao Professor Dr. Vespasiano Borges, meu querido orientador, que guiou meus passos com sabedoria e paciência. Sua dedicação, conhecimento e orientação foram essenciais para o sucesso desta dissertação. Agradeço por compartilhar não apenas seu conhecimento acadêmico, mas também por inspirar meu crescimento pessoal e profissional.

Ao grupo de pesquisa FRUTVASF e, em particular, aos membros Luan, Carol, Lucas, Victor e Brena, por estarem sempre dispostos a me ajudar.

Por fim, quero agradecer também à Professora Dra Marcelle, responsável pelo Laboratório LAFIVE, e ao dedicado Técnico Hugo Leonardo, cuja colaboração foi fundamental durante a fase de desenvolvimento desta pesquisa.

IMPACTO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CONCENTRAÇÃO DE ETILENO, FLORAÇÃO E RETENÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA 'KENT'

RESUMO

A floração da cv. Kent é um evento fisiológico de grande impacto na produção de frutos. O papel do etileno na retenção de frutos tem sido investigado mediante aplicações exógenas de produtos inibidores de sua biossíntese. Reguladores vegetais podem ser potencialmente utilizados para atenuar os efeitos adversos do etileno na fixação de flores e frutos. Objetivou-se investigar o impacto da aplicação exógena de reguladores de crescimento de plantas, sendo um análogo ao etileno, um inibidor da síntese de etileno - Aminoetoxivinilglicina (AVG), um inibidor de ação do etileno 1-metilciclopropeno (1-MCP), ácido abscísico (ABA), o ácido α -naftalenoacético (α -ANA), giberelina (GA_3) e paclobutrazol (PBZ) sobre a sexualidade floral e retenção de frutos de manga 'Kent'. O experimento foi conduzido em pomar comercial da Fazenda Aracê, localizado no Projeto Irrigado Senador Nilo Coelho, município de Petrolina-PE, nos anos de 2022 e 2023. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco blocos e 4 repetições por bloco. Foram analisados: número de flores hermafroditas e estaminadas, concentração de etileno emitido pelos ramos, antocianina nos ramos, tamanho dos frutos, número de frutos, peso e calibre dos frutos. A presença do análogo ao etileno (Etephon) na maior dose (15 mg L^{-1}) e na intermediária (10 mg L^{-1}) apresentaram uma maior porcentagem de flores estaminadas em relação às flores hermafroditas e reduziram a retenção de frutos de manga. A aplicação do inibidor da síntese de etileno AVG e ABA proporcionam aumento no número de flores hermafroditas e aumento na retenção de frutos de mangueira cv Kent.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Abscisão de frutos. Manejo floral. Vale do São Francisco.

ABSTRACT

Flowering of cv. Kent is a physiological event with great impact on fruit production. The role of ethylene in fruit retention has been investigated through exogenous applications of products that inhibit its biosynthesis. Plant growth regulators can potentially be used to mitigate the adverse effects of ethylene on flower and fruit set. The aim of this study was to investigate the impact of exogenous application of plant growth regulators, an ethylene analogue, an ethylene synthesis inhibitor - Aminoethoxyvinylglycine (AVG), an ethylene action inhibitor - 1-methylcyclopropene (1-MCP), abscisic acid (ABA), α -naphthaleneacetic acid (α -NAA), gibberellin (GA3) and paclobutrazol (PBZ) on floral sexuality and fruit retention of 'Kent' mango.: The experiment was conducted in a commercial orchard at Fazenda Aracê, located in the Senador Nilo Coelho Irrigated Project, in the municipality of Petrolina-PE, in 2022 and 2023. The experimental design used was randomized blocks, with five blocks and 4 replicates per block. The following were analyzed: number of hermaphrodite and staminate flowers, concentration of ethylene emitted by the branches, anthocyanin in the branches, fruit size, number of fruits, weight and caliber of the fruits. The presence of the ethylene analogue (Etephon) at the highest dose (15 mg L^{-1}) and at the intermediate dose (10 mg L^{-1}) showed a higher percentage of staminate flowers in relation to hermaphrodite flowers and reduced the retention of mango fruits. The application of the ethylene synthesis inhibitor AVG and ABA provided an increase in the number of hermaphrodite flowers and an increase in the retention of mango fruits cv Kent.

Keywords: *Mangifera indica* L. Fruit abscission. Floral management. São Francisco Valley.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema simplificado da biossíntese do etileno. Petrolina-PE, 2023.....	18
Figura 2. Temperaturas máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitações registradas durante a condução dos experimentos. Petrolina-PE, 2022 e 2023.....	28
Figura 3. Fases em que foram aplicados os tratamentos: indução (A), pré-antese (B) e após a primeira queda fisiológica (C). Petrolina-PE, 2023.....	29
Figura 4. Aparelho detector de gases Dräger X-am em (A) e (B) e ramo com saco plástico vedado com barbante em ramos de mangueira cv. 'Kent'. Petrolina-PE, 2023.....	31
Figura 5. Flores coletadas em campo em (A), (B) e (C), identificação do sexo floral com uso de estereomicroscópio (D) e contagem em (E). Petrolina-PE, 2023	32
Figura 6. flores de manga	32
Figura 7. Análise de correlação para as variáveis flores hermafroditas (HER), flores estaminadas (EST), proporção entre flores estaminadas sobre hermafroditas (PROP) e número de fruto (N FRUTO) para os ciclos de 2022 (A) e 2023 (B). Petrolina-PE, 2023 ..	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teste de médias para concentração de etileno (ppm) semanal nos tratamentos água (T0 – testemunha); 5mg L ⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L ⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L ⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L ⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L ⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L ⁻¹ de AVG (T6); 50 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.....	34
Tabela 2. Concentração de etileno (ppm) em ramos de mangueira “Kent” após 24, 48, 72 e 96 horas de aplicação dos tratamentos água (T0 – testemunha); 15 mg L ⁻¹ de etileno (T3); 200 mg L ⁻¹ de AVG (T6) e 200 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.....	35
Tabela 3 Teste de média para número de flores estaminadas, número de flores hermafroditas e a relação entre flores estaminadas e hermafroditas de inflorescências de mangueira cv. ‘Kent’ pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L ⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L ⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L ⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L ⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L ⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L ⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L ⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L ⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L ⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L ⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L ⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L ⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L ⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L ⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L ⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L ⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L ⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L ⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L ⁻¹ de ABA + 15 mg L ⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L ⁻¹ de ABA + 15 mg L ⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L ⁻¹ de ABA + 15 mg L ⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.....	36
Tabela 4 Teste de média para concentração de antocianina em ráquis de inflorescências de mangueira cv. ‘Kent’ pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L ⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L ⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L ⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L ⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L ⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L ⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L ⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L ⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L ⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L ⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L ⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L ⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L ⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L ⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L ⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L ⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L ⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L ⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L ⁻¹ de ABA + 15 mg L ⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L ⁻¹ de ABA + 15 mg L ⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L ⁻¹ de ABA + 15 mg L ⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L ⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.....	39
Tabela 5 Teste de média número de frutos fixados por ramo em mangueira cv. ‘Kent’ pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L ⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L ⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L ⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L ⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L ⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L ⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L ⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L ⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L ⁻¹	

de GA3 (T9); 50 mg L⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.....41

Tabela 6 Teste de média para Peso (g), Volume (cm³), comprimento (mm), largura (mm) e calibre de frutos de manga cv. 'Kent' pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.....43

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 A cultura da mangueira e sua biologia floral.....	14
2.2 Indução floral.....	16
2.3 Etileno: biossíntese, transporte e mecanismo de ação.....	17
2.4 AVG: inibidor da síntese de etileno.....	19
2.5 1-MCP: inibidor da síntese de etileno.....	20
3 REFERÊNCIAS.....	21
CAPÍTULO 2.....	25
INTER-RELAÇÃO DO ETILENO, INIBIDORES DA SUA SÍNTESE E OUTROS REGULADORES VEGETAIS NA DEFINIÇÃO DO SEXO FLORAL E NO PEGAMENTO DOS FRUTOS DE MANGA “KENT” CULTIVADA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	25
1 INTRODUÇÃO.....	26
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4 CONCLUSÕES.....	45
5 REFERÊNCIAS.....	45

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mangueira vem se destacando no cenário nacional, em 2022 e 2023 a manga liderou as estatísticas de exportação de frutas no Brasil, com também um aumento no consumo pelos brasileiros nos últimos anos, passando de 0,97 para 1,19 quilo/pessoa/ano (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2023).

Em 2023 foram exportadas 266 mil toneladas de manga, o que equivale a 15% a mais do que no ano anterior. Dentre as regiões mais produtivas, destaca-se o Vale do São Francisco, que respondeu por mais de 90% da produção de mangas produzidas para exportação em 2023, sendo o estado da Bahia responsável por 47,36%, seguido do estado de Pernambuco, com 45,42% do total produzido na região para exportação (EMBRAPA, 2024).

Considerado o maior polo de produção de frutas irrigada do Brasil, onde a manga é a mais importante cultura em termos de área cultivada e valor de mercado, o Vale do São Francisco conta com 52.785 ha de manga plantados (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2023). Na região as cultivares mais plantadas são 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Keitt' e "Kent" (KIST et al., 2021).

Observando o cenário atual, é esperado que a produção de mangas para a exportação continue a aumentar no Brasil. Levando em consideração o mercado externo, a cultivar "Kent" se sobressai, especialmente no mercado europeu e japonês, por apresentar características sensoriais favoráveis como o sabor agradável, baixa quantidade de fibras, coloração que vai do verde amarelado ao vermelho arroxeado e alto teor de sólidos solúveis, aproximadamente 15 °Brix (BARBOSA et al., 2023).

A floração da cv. "Kent" é um evento fisiológico de grande impacto na produção de frutos, assim como nas demais cultivares de manga, e tem início no desenvolvimento da brotação. Naturalmente, a mangueira tende a florescer ao longo de um período prolongado e irregular, mas é possível manipular esse processo de forma artificial, antecipando ou retardando sua ocorrência por meio de técnicas de controle (LOBO et al., 2019).

Na região do Vale do São Francisco, o manejo da floração da manga tem início na realização da poda dos ramos produtivos do ciclo anterior, seguido da maturação dos ramos e finalizado com as induções florais (CAVALCANTE et al., 2018). Porém, alguns produtores e consultores dessa região, relatam que quando há excesso de aplicação de etileno exógeno durante a fase da maturação de ramos, as panículas emitem flores

predominantemente estaminadas e isto torna-se um problema, já que apenas as flores hermafroditas podem produzir frutos.

O etileno está também diretamente envolvido no processo de abscisão dos frutos, que é a queda natural dos frutos da planta. Dessa forma, a aplicação desse regulador vegetal pode induzir a abscisão prematura, enquanto a inibição da produção ou ação de etileno pode ajudar a prolongar a retenção dos frutos (SHALOM et al., 2023). O papel do etileno na retenção de frutos tem sido investigado mediante aplicações exógenas de produtos inibidores de sua biossíntese como: aminoetoxivinilglicina (AVG), ácido aminooxiacético (AOA), e sulfato de cobalto (CoSO₄), além de inibidores de sua ação, como o tiosulfato de prata (STS) (SINGH; AGREZ, 2002).

Porém, ainda não existem estudos que relacionem o papel do etileno na sexualidade floral e retenção de frutos para a cultura da mangueira cv. 'Kent' sob condições semiáridas. Produtos comerciais que possuem em sua composição AVG e 1-metilciclopropeno (1-MCP) podem ser potencialmente utilizados para atenuar os efeitos adversos do etileno na morfologia das panículas de manga (ANSARI et al., 2015). Portanto, pesquisas devem ser realizadas com o intuito de minimizar o efeito adverso do etileno nos tecidos reprodutivos da planta de manga.

Sabe-se que o florescimento da mangueira é um evento complexo, que envolve um conjunto de fatores fisiológicos, bioquímicos, genéticos, além de fatores ambientais (DAS, et al., 2019). Porém, os principais estímulos para definição da sexualidade floral ainda não são completamente compreendidos.

Buscar compreender o *crosstalk* entre o etileno e outros fitohormônios na fase de desenvolvimento do ramo reprodutivo pode esclarecer quais fitohormônios podem estar envolvidos na definição do sexo da flor e na retenção de uma maior quantidade de frutos por panícula na cv. 'Kent', mas, não há na literatura trabalhos que relatem essa questão. Sendo assim, é possível que produtos contendo majoritariamente reguladores vegetais possam aumentar a quantidade de flores hermafroditas por panícula e a de frutos fixados, aumentando assim a produtividade total da cultura de mangueira cv. 'Kent', conforme já existe para manga Palmer (SALES et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho compreender os efeitos de diferentes balanços hormonais na proporção sexual das flores e na retenção de frutos em mangueira cv. 'Kent' nas condições de cultivo do semiárido brasileiro.

2.1 A cultura da mangueira e sua biologia floral

A manga (*Mangifera indica* L.) destaca-se como uma das frutas mais amplamente cultivadas do mundo, pertencente à família Anacardiaceae e que tem como centro de origem o continente asiático (SHARMA et al., 2022). A contribuição brasileira para a produção de manga é significativa, uma vez que a exportação da fruta no país atingiu marca histórica no ano de 2023, com um aumento de 15% no volume de exportação em relação ao ano anterior (CANAL RURAL, 2024).

A manga "Kent" tem sua origem no programa de melhoramento genético de mangueiras realizado nos Estados Unidos, mais especificamente na Flórida. Ela foi o resultado de cruzamentos e seleções realizadas para obter características desejáveis, como sabor agradável, coloração atrativa, resistência ao transporte e baixa teor de fibras (MOUCO, 2015). Desde então, tornou-se uma cultivar popular e bem-sucedida, amplamente cultivada, sendo produzidas com foco no mercado externo (BARBOSA et al., 2023). Os frutos dessa cultivar possuem uma configuração oval, com peso que pode variar entre 500 e 1000 gramas (COSTA; SANTOS, 2004).

A mangueira é uma planta que apresenta características andromonóicas, ou seja, possui flores hermafroditas e estaminadas na mesma inflorescência. O número total de flores em uma panícula pode variar de 1.000 a 6.000, dependendo da cultivar. A relação entre as flores hermafroditas e estaminadas é representada como a proporção sexual das flores, sendo essa uma característica variável. Geralmente, as partes superiores das panículas exibem uma porcentagem maior de flores hermafroditas em comparação com as partes média e inferior (GEETHA et al., 2016).

As mangueiras exibem inúmeras pequenas flores individuais em suas inflorescências, denominada panícula. A quantidade de flores é significativamente superior ao número de frutos que realmente alcançam a maturidade, especialmente na cv. 'Kent' (dados não publicados). De acordo com Orr et al. (2023), isso pode ocorrer para garantir uma oferta adequada de pólen e atrair polinizadores, ou para assegurar que a quantidade de frutos seja controlada pela disponibilidade de recursos.

O florescimento se inicia com a determinação da identidade da flor no meristema do caule, seguido pelo início do órgão floral primordial, que se desenvolve para formar sépalas, pétalas, estames, carpelos e óvulos (IQBAL et al., 2017). Cada uma dessas etapas implica redes complexas de fatores que controlam a formação da estrutura floral. Uma possível

rede genética, na qual o etileno desempenha um papel como regulador do desenvolvimento floral, tem sido identificada: a proteína T do locus floral (FT) atua como o principal componente do sinal móvel chamado florígeno, promovendo a transição do crescimento vegetativo para o florescimento nas plantas e assegurando a regulação dos genes que determinam a identidade do meristema floral (IQBAL et al., 2017).

A biologia do ramo reprodutivo da mangueira envolve a compreensão dos aspectos morfológicos, fisiológicos e genéticos que influenciam o comportamento reprodutivo sexual de uma espécie vegetal (CORREDOR; GARCIA, 2011). Dessa forma, esse conhecimento é de importância crucial para atividades relacionadas ao estudo da fisiologia floral, uma vez que alterações aparentemente sutis podem representar avanços significativos para entender como ocorre o processo de diferenciação sexual da flor.

O processo de diferenciação dos botões florais ou iniciação floral na mangueira envolve fatores como: alterações de fitohormônios, quantidade de carboidratos acumulados no ramo, fatores climáticos, idade e tamanho no ramo (RAMIREZ; DAVENPORT, 2010). Pesquisas experimentais sugerem que a maturidade do ramo e o acúmulo de carboidratos no ápice estão vinculados à ativação do estímulo floral e que a ausência de tal estímulo pode resultar na ausência de floração (BAJPAI et al., 2020; SANCHES et al., 2023).

Existem diferenças fisiológicas no processo de floração da manga, que irá variar de acordo com a espécie/cultivar e os fatores ambientais (DAS et al., 2019). A floração da manga 'Kent' é uma das fases mais complexas do ciclo e a quantidade de flores hermafroditas pode refletir na produtividade dessa cultura. A investigação da biologia floral da mangueira é fundamental para a qualquer linha futura de trabalho na cultura da manga visando o aumento da produtividade (GEETHA et al., 2016).

Poucos estudos foram realizados até a presente data sobre a associação de fitohormônios e sua relação com a proporção de flores hermafroditas (variabilidade na proporção sexual no momento da floração) para obtenção frutos e rendimento uniformes, sob as condições climáticas do Vale do São Francisco para a cv. 'Kent'.

2.2 Indução floral

A mangueira exibe uma dinâmica de oposição entre o crescimento vigoroso de sua parte vegetativa e a ocorrência floral, sendo essencial interromper o crescimento vegetativo para garantir o êxito do processo de floração e produção de frutos (SALES et al., 2017).

A floração é a etapa inicial da fase da produção de frutos, o que explica todo zelo e atenção demandado para esse estágio. Sabe-se que o promotor florigênico é estimulado por sinais ambientais, como a temperatura, e difere do promotor vegetativo, que é regulado por fatores como: idade da planta, carboidratos e pelas condições vegetativas da planta (ORR et al., 2023).

O processo inicial da indução floral da mangueira em regiões semiáridas, como é o caso da região do Vale do São Francisco, inicia-se com a poda, seguida da utilização de reguladores vegetais para controlar o crescimento vegetativo (LOBO et al., 2019). Já é consenso na literatura que a giberelina suprime o processo de floração na manga, pois induz o crescimento vegetativo. Sendo assim, o PBZ é um inibidor da síntese de giberelina, que vem sendo amplamente utilizado para induzir o florescimento da mangueira (LUO et al., 2019; BARBOSA et al., 2023)

A aplicação de PBZ na região do semiárido brasileiro acontece após a poda, e essa prática visa aumentar o conteúdo de carboidratos, ao mesmo tempo em que reduz os níveis de giberelina e AIA (ácido indolacético), desencadeando respostas de floração. Assim, a redução nos níveis de giberelinas proporciona um acúmulo de carboidratos, auxiliando no estímulo ao processo de florescimento (DAVENPORT, 2007).

Os efeitos do tratamento com PBZ influenciam o teor endógeno de hormônios de maneira semelhante ao tratamento de frio em regiões subtropicais (LUO et al., 2019). A promoção do alongamento celular e a regulação negativa do florescimento em plantas de manga ocorrem por meio da atuação dos GAs. A redução desses níveis é considerada uma estratégia para estimular substâncias promotoras do florescimento e favorecer o processo de diferenciação reprodutiva (ANSARI et al., 2019)

Posteriormente inicia-se o controle da irrigação, a fim de provocar uma deficiência hídrica, aumentando os níveis do fitohormônio etileno. Essa prática consiste na redução gradual da quantidade de água, e tem como objetivo acelerar e uniformizar a maturação dos ramos para induzir o ciclo da floração. Dessa forma, se conduzido adequadamente e dependendo do estado nutricional da planta, após todos esses processos citados, a indução floral irá gerar o efeito desejado (MOUCO, 2015).

O componente nutricional também desempenha papel crucial no processo de florescimento das mangueiras. A redução da concentração de nitrogênio e o aumento da concentração de carbono apresenta efeitos benéficos nesse florescimento. Estudos indicaram que o nitrato de potássio (KNO_3) possui a capacidade de estimular o florescimento precoce (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). Esse composto é frequentemente utilizado para induzir o florescimento em diversas cultivares de manga (LUO et al, 2019). Na indução floral, os nitratos desempenham o papel de estimular a brotações após o período de maturação dos ramos, pois esses compostos possuem a capacidade de quebrar a dormência das gemas (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010).

O uso de reguladores vegetais no processo de indução floral pode interferir em possíveis mudanças estruturais do florescimento, como o excesso de Ethrel™ utilizado para acelerar a maturação dos ramos (ANSARI et al., 2019). Portanto, é preciso investigar por meio de experimentações a influência e os seus possíveis efeitos do regulador vegetal etileno sexualidade da flor, já que a maturação de ramos antecede à indução ao florescimento. O que se sabe até agora é que o processo de diferenciação floral das mangueiras é complexo e envolve alterações anatômicas e fisiológicas nos botões e nas folhas dos ramos (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010).

2.3 Etileno: biossíntese, transporte e mecanismo de ação

O etileno é um fitohormônio gasoso de fácil difusão, que desempenha um papel importante na coordenação de sinais relacionados ao desenvolvimento e respostas a estímulos externos, sejam eles bióticos ou abióticos, sendo frequentemente relacionado à estresses na planta (ANSARI et al., 2013). Devido à sua composição, é reconhecido como o fitohormônio mais simples que desencadeia uma variedade de processos fisiológicos nas plantas (SANTOS et al., 2022)

A biossíntese do etileno é iniciada ao partir da presença do aminoácido metionina, que é posteriormente convertido em S-adesil-metionina (S-Adomet) pela ação da enzima S-AdoMet sintase. Esta enzima requer uma Adenosina Trifosfato (ATP) por molécula sintetizada de S-AdoMet, o que aumenta o metabolismo respiratório. Então, o AdoMet é convertido pela enzima ACCsintase a 5-MetiltioAdenosina, um subproduto da reação com ACCsintase, que é utilizado como fonte para regenerar metionina através do ciclo de Yang e ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) (YANG, HOFFEMAN, 1984). Na etapa final, para sintetizar o etileno é necessária a presença de oxigênio para oxidar o ACC pela ação da ACCoxidase (ACO) com subsequente produção de dióxido de carbono e cianeto

(PAEPE, VAN DER STRAETEN, 2005). O cianeto produzido é convertido em b-cianoalanina pela enzima b-cianoalanina sintase para reduzir o efeito tóxico do cianeto acumulado durante o aumento da produção de etileno (MEHTA et al., 1993).

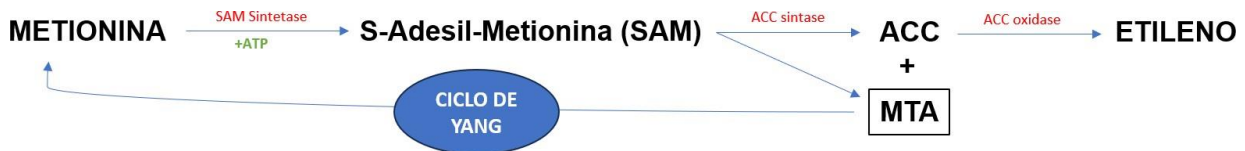


Figura 1. Esquema simplificado da biossíntese do etileno. Petrolina-PE, 2023.

A sinalização do etileno se dá quando ele se une aos receptores presentes nas membranas celulares com a assistência do co-fator cobre, que inclui reguladores positivos e negativos e a percepção do etileno ocorre por uma família de cinco receptores ligados à membrana: ETR1, ETR2, ERS1, ERS2 e EIN4. Essa união etileno-receptor forma dímeros que agem como um sistema de "chave e fechadura", onde a conexão das moléculas desbloqueia os receptores, desencadeando uma série de eventos de sinalização nos tecidos das plantas. Esse processo serve como um ponto de controle para iniciar respostas específicas (SANTOS et al., 2022)

Os receptores específicos de etileno são responsáveis por detectar a presença desse hormônio e têm um papel fundamental na transmissão de sinais ao longo da via de sinalização do etileno nas plantas (WINTERHAGEN et al., 2016).

O etileno é transportado facilmente pelos tecidos vegetais e espaços intercelulares, por se tratar de um composto volátil. As respostas das plantas ao etileno podem ser controladas pela inibição da síntese desse fitohormônio, pelo bloqueio da ligação do etileno aos seus receptores ou pela interrupção da reação da planta à ligação do etileno ao receptor (SANTOS et al., 2022).

Experimentos demonstraram que a aplicações exógenas de etileno induzem o florescimento da manga e a sua concentração aumentou durante o florescimento (SINGH, AGREZ, 2002; LUO et al., 2019). Ele é responsável por estimular a maturação dos ramos, converter o amido em sacarose e equilibrar os níveis hormonais o que explica a sua alta concentração na fase do florescimento (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). Sendo assim, ele pode ser muito eficiente quando combinado com o manejo da irrigação (estresse hídrico) e/ou PBZ, mas não há relatos conclusivos sobre o efeito posterior causado por ele no florescimento em manga no semiárido brasileiro para cv. 'Kent'.

Ansari et al. (2019) relataram que o tratamento com ethefom resulta em diminuição do desenvolvimento de flores, aumentando o nível de cianeto em mangueira. Os autores

investigaram também a resposta de inibidores de cianeto/etileno aplicados de forma exógena na incidência de malformação da manga em condições de campo e obtiveram respostas positivas nos tratamentos em que utilizaram os inibidores da síntese de etileno.

O excesso de etileno pode ainda ocasionar abscisão de frutos em plantas perenes (McFadyena et al., 2012). Dessa forma, utilizar produtos que tenham em sua composição inibidores da biossíntese de etileno (aminoetoxivinilglicina) e bloqueadores da ação do etileno (1-metilciclopropeno) podem ser alternativas viáveis para evitar a perda de frutos (Asrey et al., 2023).

2.4 2-aminoetoxivinilglicina (AVG): inibidor da síntese de etileno

O 2-aminoetoxivinilglicina (AVG) suprime a biossíntese de etileno inibindo a atividade enzimática responsável pela conversão de SAM em ACC (YANG e HOFFMAN, 1984). Esse regulador vegetal é utilizado para investigar respostas fisiológicas e determinar se estas são dependentes de etileno (SCHALLER; BINDER 2017). Shi et al. (2023) relataram que o AVG pode mediar a abscisão de flores e frutos, afetando a biossíntese de etileno nas plantas.

Uma maior frutificação e rendimentos de peras 'Rocha' foram observados quando AVG foi pulverizado 1 e 2 semanas após a plena floração (CARRA et al., 2018), onde a produção de etileno foi bastante reduzida pelo AVG. Os efeitos positivos do tratamento com AVG também foram relatados em outras frutíferas como: maçã, pêssego e ameixa e pomelo (GUNEYIL et al., 2018; TAREEN et al., 2017; BAL, 2019; PROMKAEW et al., 2019). O AVG também aumentou a produção de frutos em árvores perenes tropicais e subtropicais. Quando aplicado a botões florais de manga totalmente desenvolvidos antes da antese a 5, 50, 150 e 200 ppm, o AVG aumentou a retenção final do fruto e o rendimento nas duas últimas concentrações (ZORAH e AGREZ, 2002).

O tratamento com etileno induziu a abscisão de frutos em frutíferas, enquanto contrário aconteceu com frutos tratados com AVG, sugerindo que a biossíntese do etileno e a transdução de sinal estão envolvidas na regulação de abscisão de órgãos reprodutivos (SHI et al., 2023). Sendo assim, produtos comerciais que tenham em sua composição AVG podem ser explorados para reduzir o efeito adverso do etileno em panículas de manga (ANSARI et al, 2015).

2.5 1-MCP: inibidor da ação do etileno

Em condições normais de temperatura e pressão, o 1-metilciclopropeno (1-MCP) é uma substância volátil com a fórmula química C_4H_6 e massa molar de 54 g/mol. Trata-se de um gás inodoro, incolor, não tóxico e que não deixa resíduos detectáveis (SANTOS et al., 2022). O produto comercial libera o gás quando é hidratado, permitindo que ele penetre nos tecidos da planta. A preparação do produto deve ser feita imediatamente antes do uso e com o mínimo de agitação possível para evitar a perda de sua eficácia (BLANKENSHIP, 2001; BURNS, 2008)

O controle químico do etileno é alcançado através da competição do 1-MCP pelos receptores de etileno localizados nas membranas celulares. A união do 1-MCP aos sítios receptores de etileno é permanente, o que impede a ligação do etileno e, conseqüentemente, interrompe a sinalização que desencadearia reações químicas nos tecidos vegetais (IQBAL et al., 2017). Em um estudo conduzido por Amornputti et al. (2016) foi observado que o 1-MCP inibiu a produção de etileno em frutas. Além disso, o 1-MCP tem sido amplamente empregado para retardar o amadurecimento e a senescência de frutos resultando na extensão da vida útil de frutas climatéricas (LI et al., 2020).

O 1-MCP possui uma forte afinidade pelo local de ligação ao receptor, que é ainda maior do que a afinidade do próprio etileno. Por esse motivo, ele é eficaz mesmo em doses baixas, reduzindo assim o risco de efeitos indesejados fora do alvo (SCHALLER; BINDER 2017).

Em manga, o papel do 1-MCP na regulação de expressão do gene do receptor de etileno foi investigado por Li et al. (2020). Os autores constataram que o 1-MCP atrasou a senescência da manga ao inibir atividade enzimática da ACS e ACO, atrasou a redução da firmeza e do teor de sólidos solúveis (SS) e inibiu a taxa de respiração. Reduzir os efeitos do etileno promoveu a pesquisa e uma ampla utilização 1-MCP em vários setores agrícolas, como horticultura e floricultura, já que ele retarda a ação desse hormônio no amadurecimento de frutos, bem como na senescência e abscisão de flores (SANTOS et al., 2022).

3 REFERÊNCIAS

- AMORNPETTI, S. et al. Efeitos do 1-metilciclopropeno (1- MCP) na biossíntese de etileno em relação ao escurecimento da polpa da maçã 'Império'. **Biologia e Tecnologia Pós-colheita**, 114(20), 69–7, 2016.
- ANSARI, M. W. et al. Low temperature stress ethylene and not Fusarium, might be responsible for mango malformation. **Plant Physiology and Biochemistry**, vol. 69, pág. 34-38, 2013.
- ANSARI, M. W., et al. Mango (*Mangifera indica* L.) malformation: a malady of stress ethylene origin. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, vol. 21, p.1-8, 2015.
- ANSARI, M.W. et al..Cyanide produced with ethylene by ACS and its incomplete detoxification by β -CAS in mango inflorescence leads to malformation. **Scientific Reports**, v.9, p.18361, 2019.
- ASREY, R. S. et al. Biological and postharvest interventions to manage the ethylene in fruit: a review. **Sustain Food Technology**, p. 803-826, 2023.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2023, 103p.
- BAJPAI, Y., et al. Novel insights into biochemical and hormonal factors regulating floral transition in mango (*Mangifera indica* L.). **Indian Journal of Biotechnology**, v.20, p.54-64, 2021.
- BAL E. Postharvest AminoethoxyVinylGlycine (AVG) Treatment Affects Maturity and Storage Life of Plum. **Journal of Agricultural Sciences**, v.21, p.1569–1579, 2019.
- BARBOSA, K. et al. Biostimulants application influence in mango tree cv. 'Kent' on the fruits physico-chemical quality. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 6(2), 1403–1416, 2023.
- BLANKENSHIP, S. Ethylene effects and the benefits of 1-mcp. **Perishables Handling Quarterly**, n.108, 2001.
- BRACKMANN, A. et al. Ethylene management and its relationship with ripening of Gala apples stored on controlled atmosphere. **Bragantia**, v. 68, p. 519-525, 2009.
- BURNS, J. K. 1-Methylcyclopropene Applications in Preharvest Systems: Focus on Citrus. **Hortscience**, v.43 (1), p.112-114, 2008.
- BURONDKAR, M. et al. Hormonal changes during flowering in response to paclobutrazol application in mango cv. Alphonso under Konkan conditions. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 21(3), p.306–311, 2016.
- CANAL RURAL. Brasil bate recorde de exportação com manga produzida no Nordeste. Canal Rural, 23 jul. 2024. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/agricultura/brasil-bate-recorde-de-exportacao-com-manga-produzida-no-nordeste/>>. Acesso em: 11 set. 2024.

CARRA, B. et al. Early spring inhibition of ethylene synthesis increases fruit set and yield of 'Rocha' pear trees in Southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, vol. 232, pág. 92-96, 2018.

CAVALCANTE, Í. H. L. et al. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.91, p.281-286, 2018.

CHO, L. H. et al. The control of flowering time by environmental factors. **The Plant Journal**, v. 90, n. 4, p. 708-719, 2017.

CORREDOR, J.; GARCÍA, J. Reproductive phenology, floral biology and floral visitors in mango cultivars (*Mangifera indica* L.) Hilacha and Tommy Atkins in the upper Magdalena valley (Colombia). **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.12, n.1, p.21-32, 2011.

COSTA, J. G; SANTOS, C. A. F. **Sistema de produção: Cultivo da Mangueira**. Embrapa Semiárido, n.2, 2004.

DAS, A. et al. Interrelations of growth regulators, carbohydrates and expression of flowering genes (FT, LFY, AP1) in leaf and shoot apex of regular and alternate bearing mango (*Mangifera indica* L.) cultivars during flowering. **Scientia Horticulturae**, v. 253, p.263-269, 2019.

DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology of mango. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 363-376, 2007.

DE PAEPE, Annelies; VAN DER STRAETEN, Dominique. Ethylene biosynthesis and signaling: an overview. **Vitamins & Hormones**, v. 72, p. 399-430, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasil bate recorde de receita e exportação com manga produzida no Nordeste. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87702249/brasil-bate-recorde-de-receita-e-exportacao-com-manga-produzida-no-nordeste#:~:text=Em%202023%2C%20a%20manga%20brasileira,Pernambuco%20\(45%2C42%25\)](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87702249/brasil-bate-recorde-de-receita-e-exportacao-com-manga-produzida-no-nordeste#:~:text=Em%202023%2C%20a%20manga%20brasileira,Pernambuco%20(45%2C42%25)>)>. Acesso em: 20 de mar. De 2024.

GEETHA, G. A. et al. Varietal variations in temperature response for hermaphrodite flower production and fruit set in mango (*Mangifera indica* L.). **South African Journal of Botany**, v. 106, n. 5, p.196-203, 2016.

IQBAL, N. et al. Ethylene role in plant growth, development and senescence: interaction with other phytohormones. **Frontiers in plant science**, v.8, p. 475, 2017.

GUNEYIL A. et al. Effects of pre-harvest Retain treatments with map on cold storage quality of sweet Cherry Cv. 0900 Ziraat. **Scientific Papers. Series B, Horticulture**. v. 62, p.153-158, 2018.

KIST, B. et al. Anuário Brasileiro da Fruticultura 2021. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 85 p., 2021.

- LI, L. et al. The role of 1-methylcyclopropene in the regulation of ethylene biosynthesis and ethylene receptor gene expression in *Mangifera indica* L. (Mango Fruit). **Food science & nutrition**, v. 8, n.2, p. 1284-1294, 2020.
- LOBO, J. T. et al. Biostimulants on Nutritional Status and Fruit Production of Mango 'Kent' in the Brazilian Semiarid Region. **HORTSCIENCE**, v. 54, p. 1501-1508, 2019.
- LUO, C. et al. Research advance on the flowering mechanism of mango. **Acta Horticulturae**, p.17-22, 2019.
- MARTINS, R. **Respostas de calos de cana-de-açúcar na interação com bactérias diazotróficas endofíticas**. 2013. 100 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Ciências Biomédica, Universidade de São Paulo. MCFADYEN, L.M. et al. Effects of the ethylene inhibitor aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit abscission and yield on pruned and unpruned macadamia trees. **Scientia Horticulturae**, v.137, p.125-130, 2012.
- MEHTA, P.K. et al. Aminotransferases: demonstracão de homologia e divisão em subgrupos evolutivos. **European Journal of Biochemistry**, p. 549-561, 1993.
- MOUCO, M. A. do C. (Ed.). **Cultivo de mangueira**. 3ª ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015 (Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2).
- ORR, R. et al. Competition regulates mango fruiting above a floral density threshold. **Scientia Horticulturae**, v. 321, p.112, 2023.
- PROMKAEW, P. et al. Application of AVG or 1-MCP-MBs on Postharvest Quality of Pummelo cv. "Tubtim Siam" (*Citrus maxima* Burm.). **Bioscience Journal**, v. 7, p. 55-71, 2019.
- RAMIREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v.126, p.65–72, 2010.
- SALES, R. P., et al. Ethylene synthesis in mango 'Palmer' production. In *XII International Mango Symposium 1244*, p. 229-236, 2017.
- SANDIP, M., et al. Physiology of Flowering-The Case of Mango. **International Journal of Applied Research**, v.1, n.11, p.1008-1012, 2015.
- SANTOS, I. S. et al. Multigenic regulation in the ethylene biosynthesis pathway during coffee flowering. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 28, p. 1657-1669, 2022.
- SCHALLER, G. E.; BINDER, B. M. Ethylene Signaling: Methods and Protocols. v. 1573, 2017.
- SANCHES, L.G. et al. Biochemical responses in "Kent" mango grown in Brazilian semi-arid region under different doses of triacontanol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 309-316, 2023.
- SEREK, M. et al. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances**, p.368–381, 2006.

- SHARMA, N. et al. Differential gene expression associated with flower development of mango (*Mangifera indica* L.) varieties with different shelf-life. **Gene Expression Patterns**, v.47, n.119 p.301, 2022.
- SHI, Y. et al. Molecular regulatory events of flower and fruit abscission in horticultural plants. **Horticultural Plant Journal**, v.9, n.5, p.867-883, 2023.
- SINGH, Z.; AGREZ, V. Fruit set, retention and yield of mango in relation to ethylene. **Acta Horticulturae**, n.575, p.805-811, 2002.
- TAREEN, M. J. et al. Combined Applications of Aminoethoxyvinylglycine with Salicylic Acid or Nitric Oxide Reduce Oxidative Stress in Peach During Ripening and Cold Storage. **Journal of Plant Growth Regulation**, n.36, p.983– 994, 2017.
- UPRETI, K. K. et al. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, v.150, p.414-418, 2014.
- WINTERHAGEN, P. et al. Expression and interaction of the mango ethylene receptor MiETR1 and different receptor versions of MiERS1. **Plant Science**, v.246, p.26-36, 2016.
- XAVIER, L. M.; PENHA, T. A. M. O desempenho das exportações da manga no Brasil: uma análise de constant market share. **Revista Análise Econômica e Políticas Públicas**, v.1, n.1, p.66-88, 2021.
- YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Biology**, v.35, p.155-169, 1984.
- ZORAH, S.; AGREZ, V. Fruit set, retention and yield of mango in relation to ethylene. **Acta Horticulturae**, n.575, p.805–811, 2002.

CAPÍTULO 2

IMPACTO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA CONCENTRAÇÃO DE ETILENO, FLORAÇÃO E RETENÇÃO DE FRUTOS DE MANGUEIRA 'KENT' NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

RESUMO

A cultura da mangueira vem se destacando cada ano mais no cenário nacional e no ano de 2023 ela foi a fruta mais exportada no Brasil. A cv. 'Kent' se sobressai em relação à outras cultivares quando se fala em exportação. Naturalmente, trata-se de uma cultivar que apresenta dificuldades na floração na região do Vale do São Francisco. Alguns produtores e consultores relatam que quando há excesso de aplicação de etileno exógeno durante a fase da maturação de ramos, as panículas emitem flores predominantemente estaminadas e isto torna-se um problema, já que apenas as flores hermafroditas podem produzir frutos. Apesar dos amplos estudos voltados para a floração da manga no Vale do São Francisco, as informações sobre proporção sexual das flores e o número de frutos de mangueira 'Kent' são escassas. Sendo assim, objetivou-se compreender os efeitos de diferentes balanços hormonais na proporção sexual das flores e na retenção de frutos em mangueira cv. 'Kent' nas condições de cultivo do semiárido brasileiro. O experimento foi conduzido em pomar comercial, localizado na cidade de Petrolina-PE, em duas safras consecutivas, nos anos de 2022 e 2023. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 5 blocos e 4 repetições por bloco. Os tratamentos foram compostos por diferentes reguladores vegetais, doses de um precursor de etileno (Impulse™) e um inibidor da sua biossíntese (RETAIN™). No segundo ciclo foi adicionado aos tratamentos um inibidor da ação de etileno 1-metilciclopropeno (HARVISTA™ 1,3 SC). Para cada produto, foram testadas três diferentes doses. Os tratamentos contendo o precursor de etileno diminuiu a quantidade de flores hermafroditas e, conseqüentemente, o número de frutos. Já os tratamentos com AVG (dose intermediária de 150 mg) e os tratamentos com ABA foram os melhores tratamentos considerando todas as variáveis analisadas. Entretanto, sugere-se que mais pesquisas e estudos a nível genético e molecular sejam realizados para concretizarem os resultados aqui obtidos.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Abscisão de frutos. Manejo floral. Vale do São Francisco.

ABSTRACT

Mango cultivation has been gaining more and more prominence on the national scene every year, and in 2023 it was the most exported fruit in Brazil. The 'Kent' cultivar stands out in relation to other cultivars when it comes to exports. Naturally, this is a cultivar that has difficulty flowering in the São Francisco Valley region. Some producers and consultants report that when there is excessive application of exogenous ethylene during the branch maturation phase, the panicles emit predominantly staminate flowers and this becomes a problem, since only hermaphrodite flowers can produce fruit. Despite extensive studies focused on mango flowering in the São Francisco Valley, information on the sex ratio of flowers and the number of fruits of 'Kent' mango is scarce. Therefore, the objective was to understand the effects of different hormonal balances on the sex ratio of flowers and fruit retention in 'Kent' mango cv. under the growing conditions of the Brazilian semiarid region.

The experiment was conducted in a commercial orchard located in the city of Petrolina-PE, in two consecutive harvests, in the years 2022 and 2023. The experimental design used was randomized blocks, with 5 blocks and 4 replicates per block. The treatments consisted of different plant growth regulators, doses of an ethylene precursor (Impulse™) and an inhibitor of its biosynthesis (RETAIN™). In the second cycle, an ethylene action inhibitor 1-methylcyclopropene (HARVISTA™ 1.3 SC) was added to the treatments. For each product, three different doses were tested. The treatments containing the ethylene precursor reduced the number of hermaphrodite flowers and, consequently, the number of fruits. The treatments with AVG (intermediate dose of 150 mg) and the treatments with ABA were the best treatments considering all the variables analyzed. However, it is suggested that further research and studies at the genetic and molecular level be carried out to concretize the results obtained here.

Keywords: *Mangifera indica* L. Fruit abscission. Floral management. São Francisco Valley.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mangueira tem ocupado posição de destaque no cenário da fruticultura brasileira ocupando a posição de fruta mais exportada pelo país (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2023). A cv. 'Kent' se sobressai nas exportações em relação à outras cultivares por apresentar características sensoriais favoráveis (LOBO et al., 2019). A região do Vale do São Francisco é responsável por 66% da produção nacional de manga (REZENDE et al., 2023).

A floração e a frutificação constituem os processos fundamentais para a produção de mangas. Compreender esses eventos fisiológicos é crucial para o uso eficaz das técnicas de manejo, já que a proporção de flores hermafroditas influencia diretamente na produtividade da variedade (RAMIREZ; DAVENPORT, 2010). Sendo assim, é fundamental compreender o padrão de floração das variedades de manga de diferentes origens geográficas, levando em consideração a proporção de flores sexuais e sua interação com a temperatura, para aprimorar a produtividade em uma determinada região (GEETHA et al., 2016).

No Vale do São Francisco, o manejo da floração tem início na realização da poda dos ramos produtivos do ciclo anterior, seguido da maturação dos ramos e finalizado com as induções florais (MOUCO, 2008; CAVALCANTE et al., 2018). Alguns produtores e consultores dessa região relatam que quando há excesso de aplicação de etileno exógeno durante a fase da maturação de ramos, as panículas emitem flores predominantemente estaminadas e isto torna-se um problema, já que apenas as flores hermafroditas podem produzir frutos.

Produtos comerciais a base de reguladores vegetais que possuem em sua composição Aminoetoxivinilglicina (AVG) (ANSARI et al., 2015) e 1-metilciclopropeno (1-MCP) podem ser potencialmente utilizados para atenuar os efeitos adversos do etileno na morfologia das panículas de mangueira. Entretanto, há necessidade de realização de pesquisas com o intuito de minimizar o efeito adverso do etileno nos tecidos reprodutivos da mangueira e definição de efetividade dos resultados.

Apesar dos amplos estudos voltados para a floração da mangueira no Vale do São Francisco, as informações sobre proporção sexual das flores e sua relação com a produtividade da mangueira cv. 'Kent' ainda são escassas. Existem relatos para manga cv. 'Tommy' no semiárido brasileiro (MUDO et al., 2020) outro que relaciona a resposta dos genes de floração a diversos estímulos ambientais e/ou fisiológicos (GEETHA et al, 2016) e o *crosstalk* entre fitohormônios e suas vias reguladoras (IONESCU et al., 2016).

Nesse sentido, objetivou-se neste estudo compreender os efeitos de diferentes reguladores de crescimento na proporção sexual das flores e na retenção de frutos de mangueira cv. 'Kent' sob condições de cultivo do semiárido brasileiro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial da Fazenda Aracê (Special Fruit), localizado na cidade de Petrolina-PE, no Projeto Irrigado Senador Nilo Coelho – núcleo 4 (9°18'19.2" S de latitude, 40°33'55.9" O de longitude, a uma altitude 365,5 m acima do nível do mar), em duas safras consecutivas, nos anos de 2022 e 2023. O clima da região é classificado como BSh (semiárido muito quente), com temperatura média anual de 26,0 °C e precipitação média anual de 481,7 mm e estação chuvosa no verão até o início do outono (ALVARES et al., 2013).

A cultivar de manga foi a cv. "Kent", com 18 anos de idade, enxertadas em porta-enxertos 'Espada'. Os ciclos dos experimentos ocorreram de 07/2022 a 12/2022 (primeiro ciclo) e de 06/2023 a 11/2023 (segundo ciclo). Durante as duas safras, os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura (máxima, média e mínima) e umidade relativa do ar (Figura 2) foram registrados em estação meteorológica automática instalada na fazenda, próxima ao local do experimento.

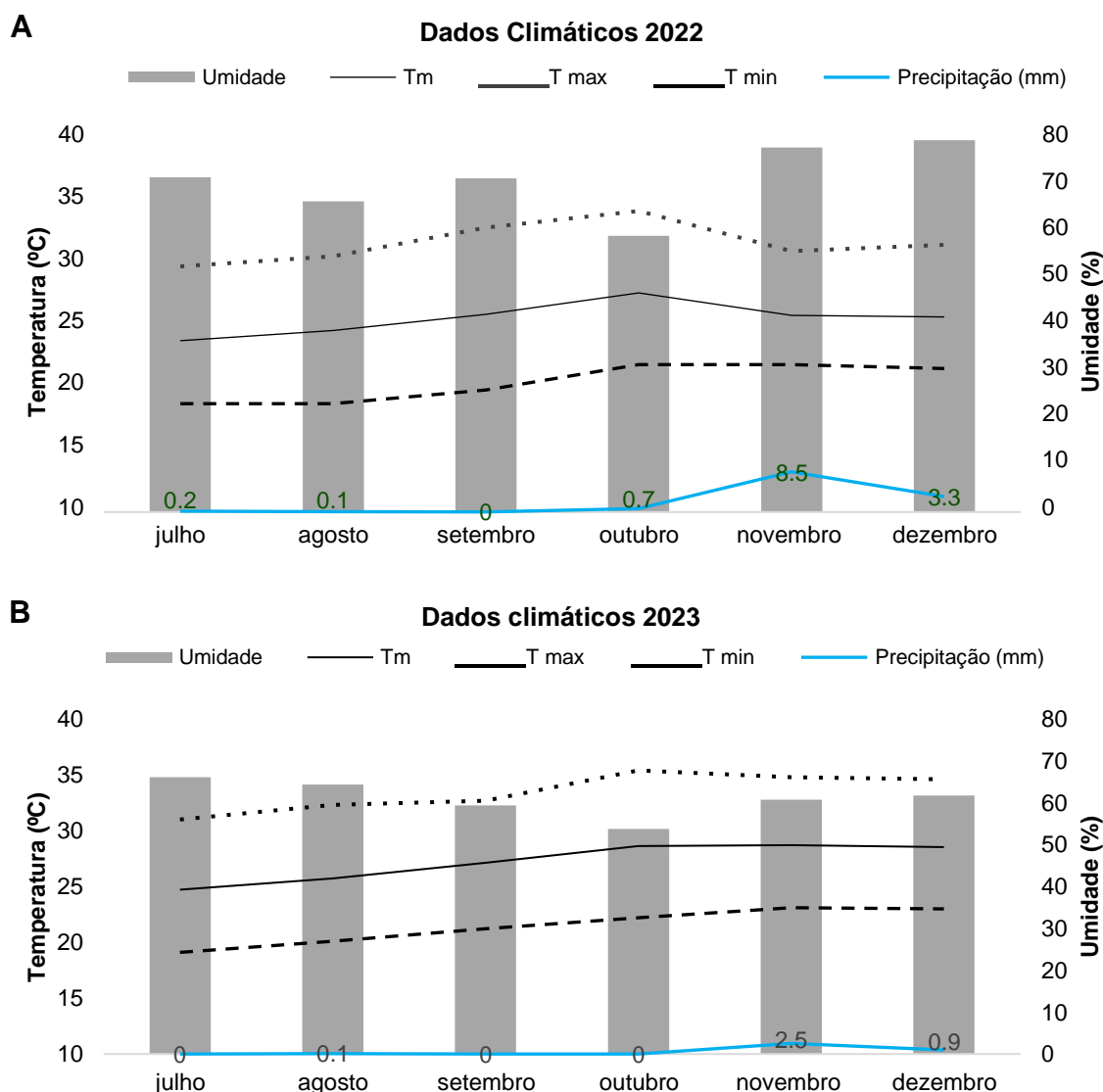


Figura 2. Temperaturas máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitações registradas durante a condução dos experimentos. Petrolina-PE, 2022 e 2023.

As plantas foram cultivadas com um espaçamento de 6 x 4 metros, recebendo irrigação diária através de um sistema de gotejamento com fita dupla, utilizando quatro emissores por planta com vazão de 2,4 L/h. Os tratamentos culturais, incluindo poda, manejo nutricional e controle fitossanitário, foram realizados conforme as recomendações e normas técnicas da produção integrada de manga estabelecidas por Lopes et al. (2003).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco blocos e 4 ramos por parcela. Os tratamentos principais foram compostos por um precursor de etileno (Impulse™), um inibidor da sua biossíntese (RETAIN™), uma auxina (Ácido 1-Naftalenoacético), um ácido abscísico (PROTONE™ – ABA), uma giberelina (PROGIBB 400

– GA₃), combinações de Protone™ + Impulse™ e um inibidor da síntese de giberelina (paclobutrazol – PBZ). No segundo ciclo adicionado aos tratamentos um inibidor da ação de etileno, o 1-metilciclopropeno (HARVISTA™ 1,3 SC). Os reguladores de crescimento referentes a cada tratamento foram aplicados em ramos e não em toda a planta, sendo devidamente identificados com etiquetas (Figura 3).



Figura 3. Fases em que foram aplicados os tratamentos: indução (A), pré-antese (B) e após a primeira queda fisiológica (C). Petrolina-PE, 2023.

Para cada produto, foram avaliadas três diferentes doses (uma concentração menor, uma intermediária e uma maior, conforme descrito no Quadro 1), seguindo revisão de literatura proposta por Arseneault & Cline (2016) e as recomendações da bula de cada produto, de modo que fosse possível obter uma padronização de doses para todos os tratamentos. O objetivo da aplicação de todos esses tratamentos foi investigar possíveis correlações hormonais no processo de definição da sexualidade floral e retenção de frutos. Ao total foram 22 tratamentos no primeiro ciclo e 25 tratamentos no segundo ciclo, utilizando diferentes fontes de reguladores vegetais, conforme listados no quadro 1. Todas as doses foram calculadas de acordo com o princípio ativo de cada produto.

Quadro 1: Discriminação dos tratamentos utilizados nos experimentos nos ciclos produtivos dos anos 2022 (ciclo I) e 2023 (ciclo II), aplicados na cultivar de manga “Kent”, na fazenda Special Fruit (Petrolina-PE).

Trat.	Composição	Ciclo I (2022)	Ciclo II (2023)
T0:	Água (Testemunha)	+	+
T1	5 mg L ⁻¹ de Etileno (Impulse™)	+	+
T2	10 mg L ⁻¹ de Etileno (Impulse™)	+	+
T3	15 mg L ⁻¹ de Etileno (Impulse™)	+	+
T4	50 mg L ⁻¹ de AVG (RETAIN™)	+	+

T5	150 mg L ⁻¹ de AVG (RETAIN™)	+	+
T6	200 mg L ⁻¹ de AVG RETAIN™	+	+
T7	5 mg L ⁻¹ de Giberelina (PROGIBB™)	+	+
T8	10 mg L ⁻¹ de Giberelina (PROGIBB™)	+	+
T9	15 mg L ⁻¹ de Giberelina (PROGIBB™)	+	+
T10	50 mg L ⁻¹ de Paclobutrazol (PBZ, CULTAR™)	+	+
T11	150 mg L ⁻¹ de Paclobutrazol (PBZ, CULTAR™)	+	+
T12	200 mg L ⁻¹ de Paclobutrazol (PBZ, CULTAR™)	+	+
T13	5 mg L ⁻¹ de ANA (Ácido 1-Naftalenoacético)	+	+
T14	10 mg L ⁻¹ de ANA (Ácido 1-Naftalenoacético)	+	+
T15	15 mg L ⁻¹ de ANA (Ácido 1-Naftalenoacético)	+	+
T16	5 mg L ⁻¹ de ABA (Ácido Abscísico) (PROTONE™)	+	+
T17	10 mg L ⁻¹ de ABA (Ácido Abscísico) (PROTONE™)	+	+
T18	15 mg L ⁻¹ de ABA (Ácido Abscísico) (PROTONE™)	+	+
T19	5 mg L ⁻¹ de ABA (PROTONE™) + 15 mg L ⁻¹ de etileno (Impulse™)	+	+
T20	10 mg L ⁻¹ de ABA (PROTONE™) + 15 mg L ⁻¹ de etileno (Impulse™)	+	+
T21	15 mg L ⁻¹ de ABA (PROTONE™) + 15 mg L ⁻¹ de etileno (Impulse™)	+	+
T22	50 mg L ⁻¹ de 1-MCP (HARVISTA™ 1,3 SC)	-	+
T23	150 mg L ⁻¹ de 1-MCP (HARVISTA™ 1,3 SC)	-	+
T24	200 mg L ⁻¹ de 1-MCP (HARVISTA™ 1,3 SC)	-	+

Os tratamentos foram aplicados sempre ao final da tarde, entre 16:00h e 17:00h, com o auxílio de um pulverizador manual de dois litros. Para T1, T2, T3, T19, T20 e T21 o pH da água foi ajustado para 3,0 em laboratório, já que eles apresentavam o produto Impulse™ em sua composição, sendo esta uma indicação da bula do fabricante. Os produtos à base de pó solúvel ou grânulos foram pesados em balança de precisão. As caldas (2L) foram preparadas em campo e em todas foram adicionadas o adjuvante Adesil™ (50 mL 100 L⁻¹), sendo imediatamente aplicadas após a preparação.

Os tratamentos foram aplicados em três fases distintas: no início da diferenciação floral (Figura 3A), na pré-antese, quando a inflorescência atingiu cerca de 5.0 cm de comprimento (Figura 3B) e após a primeira queda fisiológica dos frutos (Figura 3C), conforme a fenologia da mangueira descrita por Souza et al. (2015).

Considerando a dificuldade de trabalhar com etileno em condições de campo, a fim de identificar a efetividade no controle deste gás, seus níveis foram monitorados nos ramos que receberam produtos relacionados com sua síntese ou inibição (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T22, T23 e T24) durante as fases de indução floral até o florescimento pleno. Para estimar a concentração de etileno, ramos da face da planta voltada para o nascente (Leste) foram isolados com um saco plástico transparente virgem de polietileno de baixa densidade,

com dimensões de 50 x 80 cm, e 0,1 de gramatura, ao final do dia, entre 16:00 h e 17:00 h, sendo os mesmos vedados com um barbante. No dia seguinte entre 07:00 h e 9:00 h horas da manhã as análises foram realizadas com o aparelho portátil detector de gases Dräger X-am™ (Figura 4), conforme Dräger (2020).



Figura 4. Aparelho detector de gases Dräger X-am em (A) e (B) e ramo com saco plástico vedado com barbante em ramos de mangaueira cv. 'Kent'. Petrolina-PE, 2023.

Também foi realizado um experimento adicional, na mesma área, utilizando 5 plantas e dois ramos por planta, com os tratamentos que continham as maiores concentrações dos reguladores (T3: 15 mg L⁻¹ de etileno; T6: 200 mg L⁻¹ de AVG; e T24: 200 mg L⁻¹ de MCP) e uma testemunha, sendo feitas as determinações de concentração de etileno às 24h, 48h, 72h e 96h após a aplicação dos mesmos, para analisar o efeito temporal, durante uma semana, dos tratamentos envolvendo etileno.

Durante a fase de floração plena foram coletadas flores em antese de 4 panículas por tratamento, totalizando 88 panículas no primeiro ciclo (2022) e 100 panículas no segundo ciclo após a adição de mais 3 tratamentos (2023), as quais foram monitoradas diariamente. As flores foram abertas quando as estruturas reprodutivas (anteras e estigmas) ficaram evidentes (LENZA; OLIVEIRA, 2005). As flores foram individualmente destacadas da inflorescência com o auxílio de uma pinça no campo e acondicionadas em saco plástico (Figura 5), e depois conduzidas ao laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF e armazenadas em geladeira para posteriormente, com uso de estereomicroscópio binocular, proceder a contagem e definição do sexo e, obtenção da proporção entre flores estaminadas e as hermafroditas, conforme se pode observar na Figura 5.

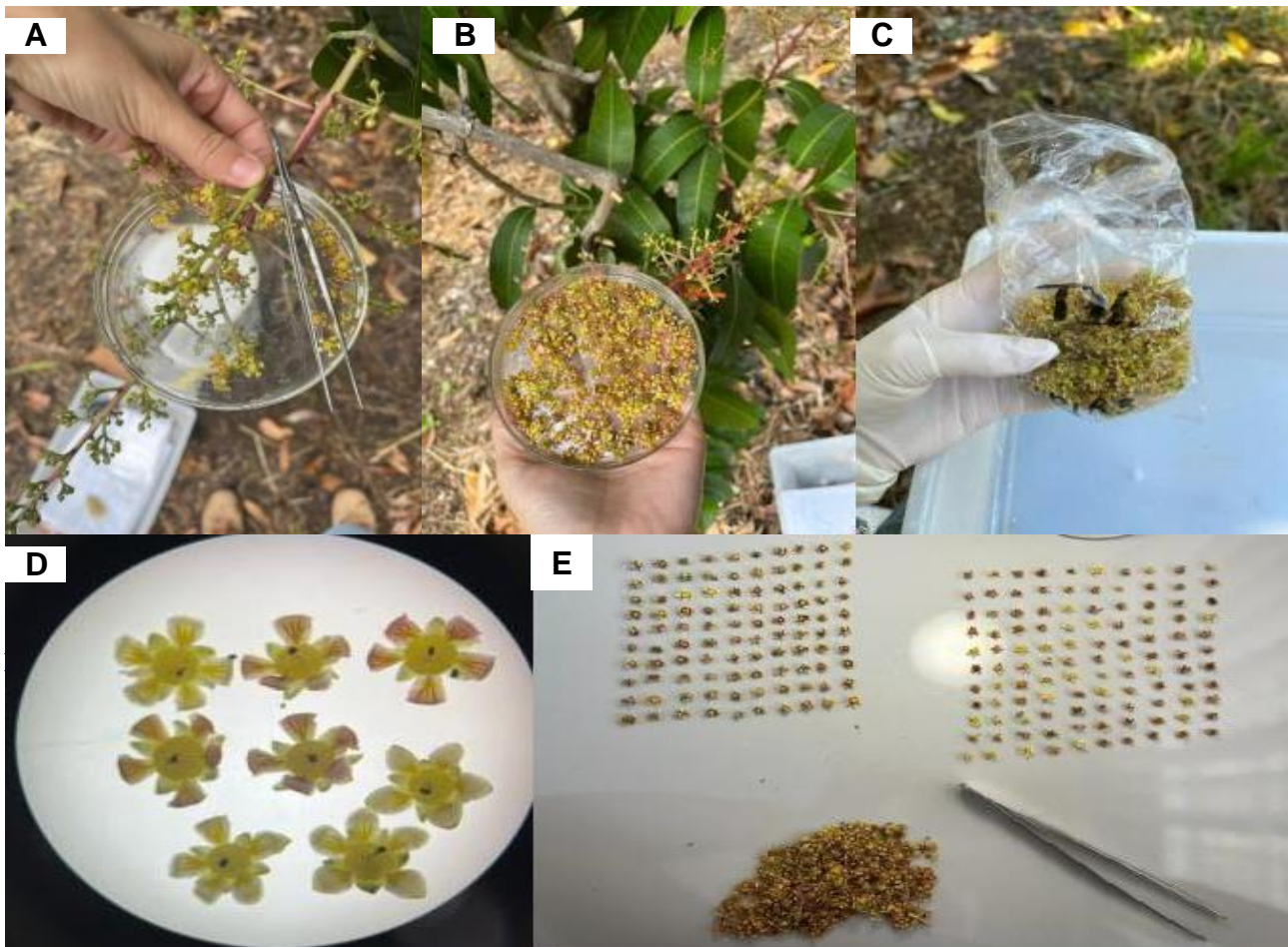


Figura 5. Flores coletadas em campo em (A), (B) e (C), identificação do sexo floral com uso de estereomicroscópio (D) e contagem em (E). Petrolina-PE, 2023.

Na safra de 2023 foi realizada análise de antocianinas na ráquis das inflorescências de todos os 25 tratamentos, quatro por repetição, conforme Francis (1982) em laboratório particular (Clorofila Pesquisa e Desenvolvimento LTDA).

Ao final de cada ciclo, foi realizada a contagem do número de frutos por ramo nas duas safras para obter informações sobre a retenção de frutos. Foram analisados também

os parâmetros de comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm) com auxílio de um paquímetro digital (Figura 6). Com um auxílio de uma balança semi-analítica foi aferido peso (g) para ser analisado o calibre dos frutos, como pode ser observado na Figura 6 (ATENCIO et al., 2009).



Figura 6. Parâmetros de comprimento em (A) e largura em (B) analisados com auxílio de um paquímetro digital. Petrolina-PE, 2023.

Os dados foram submetidos à análise estatística no software SISVAR™ (FERREIRA, 2011). Foi realizada a análise de variância (a 5% de probabilidade) dos dados obtidos pelo teste F para verificação de efeito significativo. Por se tratar de um experimento com muitos tratamentos, o teste de médias escolhido foi o Scott-Knott. Os dados das variáveis número de frutos, número de flores estaminadas e hermafroditas e a proporção (E:H) foram submetidos a uma análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$) com a força da correlação classificada segundo Schober et al. (2018).

3

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados da produção de etileno avaliados a cada sete dias, nos dois ciclos produtivos, estão representados Tabela 1. Vale ressaltar que essas análises foram realizadas somente na testemunha e nos tratamentos que tinham doses do precursor de etileno, inibidores da sua ação e biossíntese (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T22, T23 e T24). Os ramos que receberam a maior dose do precursor de etileno (Impulse™) (T3 – 15 mg L^{-1} etileno) apresentaram as maiores concentrações médias deste regulador nos ciclos de 2022 e 2023 (Tabela 1). Já o T2 (10 mg L^{-1} etileno), dose intermediária, as segundas maiores concentrações médias de etileno em ambos os ciclos, $0,870$ (2022) e $4,55 \text{ mg L}^{-1}$

(2023). A menor dose no T1 (5 mg L⁻¹ etileno) não diferiu estatisticamente da testemunha (T0) nos dois ciclos, apresentando médias de 0,650 mg L⁻¹ (2022) e 2,303 mg L⁻¹ (2023). Existem estudos na literatura que indicam a produção de etileno é induzida, principalmente, em resposta a estresses ambientais, sejam eles bióticos (como os causados por insetos ou patógenos) ou abióticos, como secas e temperaturas elevadas (ANSARI et al., 2013) e isso pode explicar a maior concentração de etileno na safra de 2023, já que foi um ano mais quente e seco (Figura 2).

Tabela 1. Teste de médias para concentração de etileno (ppm) semanal nos tratamentos água (T0 – testemunha); 5mg L⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.

Tratamentos	7 dias	15 dias	21 dias	28 dias
Ciclo I - 2022				
T0	0,600 b	0,775 c	0,675 c	0,625 b
T1	0,650 b	1,600 b	1,150 b	1,150 a
T2	0,870 b	2,025 b	1,175 b	0,900 b
T3	1,325 a	2,725 a	2,100 a	1,435 a
T4	0,150 c	0,525 c	0,075 d	0,025 c
T5	0,075 c	0,250 c	0,175 d	0,050 c
T6	0,050 c	0,150 c	0,750 d	0,050 c
Ciclo II - 2023				
T0	2,550 c	3,050 d	1,375 c	0,975 c
T1	2,303 c	3,700 c	1,475 c	0,925 c
T2	4,550 b	5,825 b	2,875 b	1,650 b
T3	8,650 a	10,175 a	4,725 a	2,071 a
T4	1,880 d	1,825 e	1,025 d	0,525 d
T5	1,425 d	1,225 f	0,975 d	0,225 e
T6	0,525 e	0,525 g	0,100 e	0,100 e
T22	2,600 c	2,783 d	1,475 c	1,050 c
T23	2,625 c	1,800 e	1,375 c	1,125 c
T24	3,225 c	1,928 e	0,900 d	0,500 d

Médias com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os ramos que receberam doses de 50 mg L⁻¹, 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹ de AVG, tratamentos 4, 5 e 6, conhecido inibidor da ação do etileno, na safra de 2022 conseguiram inibir de forma efetiva a produção de etileno, com médias de 0,150, 0,075 e 0,050 mg L⁻¹mg L⁻¹, respectivamente. No ano de 2023, o T6 (200 mg L⁻¹ de AVG) se sobressaiu em relação ao tratamento intermediário T5 (150 mg L⁻¹ de etileno) e a menor dose T4 (50 mg L⁻¹ de AVG). De acordo com Carra et al. (2021), aplicações de AVG está associada à redução da taxa de produção de etileno e maior frutificação e rendimento em peras. Isso ocorre, pois, este regulador vegetal inibe a atividade enzimática responsável pela conversão de S-adenosil metionina (SAM) em ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), ocorrendo então a supressão da biossíntese de etileno (SANTOS et al., 2022).

Na safra de 2023 foram adicionados mais três tratamentos com 1-metilciclopropeno (1-MCP). Este regulador vegetal impede que o etileno se ligue ao seu receptor, modulando assim a sensibilidade do tecido ao hormônio (LI et al, 2020). Os tratamentos T22 (50 mgL⁻¹ de MCP), T23 (150 mg L⁻¹ de MCP) e T24 (200 mg L⁻¹ de MCP) aplicados na safra de 2023 não diferiram estatisticamente da testemunha. A partir dos resultados encontrados neste estudo, ainda é necessário elucidar os mecanismos de expressão do gene do receptor de etileno em resposta ao tratamento com 1-MCP a nível molecular, pois análises moleculares mais detalhadas, como a quantificação da expressão gênica dos receptores de etileno e monitoramento das vias de sinalização, serão cruciais para entender completamente o efeito do 1-MCP no metabolismo do etileno em mangueiras.

Ainda no ciclo de 2023, foi realizado um estudo sobre a resposta diária dos tratamentos em suas maiores concentrações e a testemunha (T0, T3, T6 e T24) para constatar quando seria a máxima efetividade dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração de etileno (ppm) em ramos de mangueira “Kent” após 24, 48, 72 e 96 horas de aplicação dos tratamentos água (T0 – testemunha); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6) e 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.

Tratamentos	Ciclo II - 2023			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
T0	1,2 b	1,3 a	1,1 a	0,5 a
T3	3,5 a	2,0 a	1,7 a	1,4 a
T6	0,1 c	0,1 b	0,5 b	0,3 a
T24	1,1 b	1,1 a	1,2 a	0,6 a

Médias com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Dado isso, foi possível constatar que a maior concentração do precursor de etileno (T3) apresentou pico de produção/ramo em 24 horas após a aplicação, tendendo a diminuir com o passar das horas, enquanto a maior dose de AVG conseguiu manter a concentração de etileno por ramo menor que 1 mg L⁻¹. Carra et al. (2018) encontraram resultados positivos para a redução de etileno utilizando AVG no desenvolvimento das flores e frutos, aumentando a produtividade de peras. Ansari et al. (2019) estudaram a aplicação de um precursor de etileno em manga em concentrações superiores as utilizadas nesse trabalho (50, 100 e 200 ppm de Ethrel), nos anos de 2009 e 2010, em três cultivares de manga (Mallika, Ramkela e Langra) e os resultados mostraram que as maiores doses desse regulador vegetal induziram a produção de células necróticas em inflorescências de manga, enquanto inibidores de etileno (nitrate de prata e cloreto de cobalto) reduziram significativamente este efeito.

Flores hermafroditas e estaminadas foram contadas durante duas safras e a proporção entre os sexos foi calculada. De acordo com os resultados obtidos a partir da análise de variância, os tratamentos influenciaram significativamente na proporção de flores estaminadas em relação as flores hermafroditas (Tabela 3).

Tabela 3 Teste de média para número de flores estaminadas, número de flores hermafroditas e a relação entre flores estaminadas e hermafroditas de inflorescências de mangueira cv. 'Kent' pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.

2022

TRATAMENTO	Nº de flores estaminadas (E)	Nº de flores hermafroditas (H)	% H	% E	E:H
T0	4200,5 b	716,5 c	14,57	85,43	5,86 b
T1	2922,5 d	530 d	15,35	84,65	5,51 b
T2	3406,75 c	457,5 d	11,84	88,16	7,45 a
T3	3094,5 d	424,5 d	12,06	87,94	7,29 a
T4	2903,5 d	767,75 c	20,91	79,09	3,78 c
T5	4089 b	996 b	19,59	80,41	4,11 c
T6	3853 b	1081,75 a	21,92	78,08	3,56 c
T7	3832 b	499,25 d	11,53	88,47	7,68 a
T8	4567,25 a	685,5 c	13,05	86,95	6,66 a
T9	4773,5 a	784 c	14,11	85,89	6,09 b
T10	4437,5 a	742,5 c	14,33	85,67	5,98 b
T11	4190,5 b	718 c	14,63	85,37	5,84 b
T12	3946,5 a	694 c	14,96	85,04	5,69 b
T13	3663,75 c	929 b	20,23	79,77	3,94 c
T14	4285 b	873,75 b	16,94	83,06	4,90 c
T15	3923 b	1121 a	22,22	77,78	3,50 c
T16	4617,5 a	1052 a	18,56	81,44	4,39 c
T17	3312 c	1161 a	25,96	74,04	2,85 c
T18	3381 c	1104,5 a	24,62	75,38	3,06 c
T19	4153 b	646,5 c	13,47	86,53	6,42 b
T20	3918 b	714,5 c	15,42	84,58	5,48 b
T21	3965 b	649,5 c	14,08	85,92	6,10 b

2023

TRATAMENTO	Nº de flores estaminadas (E)	Nº de flores hermafroditas (H)	% H	%E	E:H
T0	2406,25 b	413,25 c	14,66	85,34	5,82 a
T1	4106 d	670,75 d	14,04	85,96	6,12 a
T2	3607,5 c	610,5 d	14,47	85,53	5,91 a
T3	4493 d	613,5 d	12,01	87,99	7,32 a
T4	3298 d	888 c	21,21	78,79	3,71 c

T5	3184 b	1065 b	25,06	74,94	2,99 c
T6	2795 b	1278 a	31,38	68,62	2,19 c
T7	4408 b	734 d	14,27	85,73	6,01 a
T8	4209,5 a	754,5 c	15,20	84,80	5,58 a
T9	4026,75 a	613,75 c	13,23	86,77	6,56 a
T10	4149,25 a	683,75 c	14,15	85,85	6,07 a
T11	4242 b	674 c	13,71	86,29	6,29 a
T12	4376,75 b	745,25 c	14,55	85,45	5,87 a
T13	3478,75 c	886,75 b	20,31	79,69	3,92 b
T14	4099 b	856,5 b	17,28	82,72	4,79 b
T15	3701,5 b	896,25 a	19,49	80,51	4,13 b
T16	3959,25 a	937 a	19,14	80,86	4,23 b
T17	3992,75 c	982,5 a	19,75	80,25	4,06 b
T18	3239,25 c	1097,25 a	25,30	74,70	2,95 c
T19	4233,25 b	742,75 c	14,93	85,07	5,70 a
T20	3553,25 b	689,25 c	16,25	83,75	5,16 a
T21	3729,75 b	627,75 c	14,41	85,59	5,94 a
T22	3083 b	796,75 c	20,54	79,46	3,87 b
T23	3507,5 b	617 c	14,96	85,04	5,68 a
T24	3526 b	818,25 b	18,84	81,16	4,31 b

Médias com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Coeficiente de variação ciclo 2022: 18,78% e ciclo 2023: 19,14%.

Os tratamentos com a dose intermediária e a maior dose de AVG obtiveram as menores proporções de flores estaminadas em relação as flores hermafroditas nas duas safras (T5 e T6), bem como o tratamento com a maior dose de ácido abscísico (T18). Mudanças nas concentrações hormonais foram provavelmente responsáveis pela mudança na proporção sexual das flores. Einhorn & Wang (2016) observaram uma redução na produção de etileno em flores de pera após aplicações de AVG, o que explicou o maior conjunto e, portanto, os rendimentos obtidos. Shivashankara et al. (2019) em um experimento realizado com anelamento em manga, um aumento na concentração de auxinas e ABA e uma redução semelhante em giberelina e citocininas desempenhou um papel importante na determinação de flores hermafroditas, indicando que na mangueira, a produção de flores hermafroditas pode ser regulada pela relação ABA/GA.

De acordo com Upreti et al. (2014) o ABA fornece condições necessária para a diferenciação dos botões florais, já que ele age de forma oposta à ação das giberelinas e auxinas que afetam o alongamento celular e cria condições favoráveis para a diferenciação dos botões florais. Esses autores relataram ainda um maior acúmulo de ácido abscísico em árvores de manga cv. Totapuri tratadas com Paclobutrazol, regulador que também é largamente usado no cultivo da mangueira no Vale do São Francisco.

Uma tendência na maior proporção de flores estaminadas para as hermafroditas foi constatada nos tratamentos T2 e T3, que consistiam na dose intermediária e na maior dose do percussor de etileno. Nas safras de 2022 e 2023 a proporção de flores estaminadas em relação as hermafroditas foi maior que sete (7:1) nos referidos tratamentos. MUDO et al. (2020) analisaram bioestimulantes para mitigar estresses abióticos causados pelo excesso de etileno utilizado na maturação de ramos e os resultados apresentaram uma porcentagem de flores estaminadas de 54,3% e 45,7% de hermafroditas em manga cv. 'Tommy'. Enquanto os resultados das doses de etileno nesse trabalho (T1, T2 e T3) apresentaram uma porcentagem de flores estaminadas superiores a 85%.

O etileno e sua interação com outros hormônios vegetais desempenham um papel importante no processo de indução de flores, mas seu modo de ação no processo de definição do sexo floral ainda não é claro (GEETHA et al., 2016). Os resultados aqui encontrados apontam que o excesso deste regulador vegetal pode ocasionar uma maior quantidade de flores hermafroditas em manga 'Kent'.

O ácido abscísico e o etileno têm um papel inibitório da floração em algumas espécies vegetais, mas em outros casos podem estimulá-la. Estudos mostraram que sob condições de estresse hídrico, espécies vegetais como o arroz e *Arabidopsis thaliana*, exibem floração precoce em resposta ao estresse (VU et al., 2020). O efeito positivo mais conhecido do ABA na floração é a fuga à seca, que é um mecanismo da planta para evitar danos causados pela seca e refletindo na floração precoce, para produzir sementes antes de serem afetadas por condições severas condições de estresse hídrico (LÓPEZ et al., 2022).

Os tratamentos com 1-MCP adicionados na safra de 2023 na menor dose (T22) e na maior dose (T24) apresentaram resultados semelhantes ao AVG na safra de 2023, indicando que ele pode ser também uma alternativa. Um estudo realizado com café no Brasil, obteve como resultado que o número de botões florais abertos que receberam 1-MCP foi superior ao do tratamento controle, e indicando que o etileno inibiu a antese do café (LOPEZ et al., 2022). Acredita-se que o 1-MCP ocupe os receptores de etileno de tal forma que o etileno não consegue se ligar e provocar ação. A afinidade do 1-MCP pelo receptor é aproximadamente 10 vezes maior que a do etileno (BLANKENSHIP & DOLE, 2003).

Os tratamentos com auxina (T13, T14 e T15) também mostraram resultados positivos diferentes da testemunha em relação a proporção de flores estaminadas sobre as hermafroditas. Ela regula a iniciação do meristema floral, a iniciação da flor, seu crescimento e o sucesso reprodutivo das flores (SUNDBERG & ØSTERGAARD, 2009).

Além disso, desempenha um papel essencial na especificação dos órgãos florais e na determinação da formação do padrão dentro de um órgão floral (CHENG & YUNDE, 2007).

Os demais tratamentos com as doses de Giberelina (T7, T8 e T9) e Paclobutrazol (T10, T11 e T12) apresentaram valores bem próximos entre si, indicando que aumento ou redução nos níveis de giberelina não parecem ser determinantes para a definição do sexo floral em mangueira 'Kent'. O aumento concomitante nos níveis endógenos de ABA + 15mg L⁻¹ de etileno (T19, T20 e T21) não diferiram estatisticamente da testemunha para proporção de flores estaminadas sobre as hermafroditas, indicando que a chave do processo parece estar na mudança do balanço endógeno destes reguladores vegetais.

O fator genético é fundamental para definir a proporção sexual das flores, bem como fatores ambientais como a temperatura (LUO et al., 2019). Os resultados apresentados neste estudo apontam que a proporção de flores hermafroditas na manga pode ser um fator fisiológico em que os reguladores vegetais como o etileno e o ABA podem estar envolvidos de forma ativa, especialmente na cultivar 'Kent'.

Sendo assim, há um potencial indicação genética envolvendo o etileno e ABA como regulador do desenvolvimento da sexualidade floral. Dessa forma, a proporção sexual além de ser afetada por condições climáticas como temperatura, umidade relativa e chuvas pode ser influenciada também por fatores hormonais ligados aos fitohormônios etileno e ácido abscísico (PRATES et al., 2021; MUDO et al., 2020; GEETHA et al., 2016).

Os fitohormônios afetam todos os aspectos do desenvolvimento das plantas e da fisiologia do crescimento, influenciando processos como a produção de antocianinas. Além disso, a condição essencial para desencadear a produção desses pigmentos em tecidos vegetativos é a presença de luz (AN et al., 2023). Os dados da presença de antocianinas das ráquis de inflorescências podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 Teste de média para concentração de antocianina em ráquis de inflorescências de mangueira cv. 'Kent' pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.

TRATAMENTO	ANTOCIANINA (mg/100g)
T0	0,001025 b
T1	0,001275 b
T2	0,001400 b
T3	0,001250 b
T4	0,001850 b
T5	0,003025 a
T6	0,003850 a
T7	0,000500 c
T8	0,000550 c

T9	0,000425 c
T10	0,000850 c
T11	0,000600 c
T12	0,000300 c
T13	0,000425 c
T14	0,000775 c
T15	0,000175 c
T16	0,001375 b
T17	0,001225 b
T18	0,001775 b
T19	0,000325 c
T20	0,000500 c
T21	0,000225 c
T22	0,001350 b
T23	0,000250 c
T24	0,000950 b
CV (%)	31,5

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. CV%: coeficiente de variação.

Lafountain & Yuan (2021) indicam que o etileno exógeno melhorou significativamente os níveis de expressão dos genes relacionados à biossíntese de antocianina na ameixa, acelerando assim seu acúmulo. Boo et al. (2006) utilizaram Ethefom, um precursor de etileno, e observaram que ele promoveu a síntese de antocianinas na chicória (*Cichorium intybus* L.), sugerindo que a produção de etileno desempenha um papel importante sobre fenilalanina amônia-liase (PAL), enzima que promove a síntese da antocianina.

O ABA adicionado isoladamente parece ter um efeito mais direto na síntese do pigmento e sua adição, embora não defira da testemunha, resultou em acréscimo de 42,3% de antocianina na ráquis. An et al. (2023) relataram que a alta intensidade de luz desencadeia a biossíntese de ABA, que, por sua vez, promove a expressão de genes biossintéticos de antocianinas e aumenta a biossíntese de antocianinas em mirtilo. Alguns relatos indicam que no fruto da manga a via isoprenóide associada à biossíntese de giberelina regula parcialmente a biossíntese de outros fitohormônios vitais, como ABA e citocininas (BURONDKAR et al., 2016).

Os dados mostram ainda que o uso de inibidor da síntese de etileno (AVG) nas duas maiores concentrações (150 e 200 mg L⁻¹), promoveram maior síntese e acúmulo de antocianinas nas ráquis das inflorescências de mangueira cv. 'Kent'. Esse efeito dos baixos níveis de etileno, não se replicou quando foi utilizado inibidor da ação do etileno (1-MCP), dando a entender que além da presença em níveis medianos, a ação do etileno é importante para sinalização para síntese e acúmulo de antocianinas. O uso de etileno (27.6% acima)

não resultou em redução no acúmulo de antocianinas em relação à testemunha, muito provavelmente porque na safra 2023 os níveis de etileno já estavam elevados na cultura.

Os níveis de giberelina parecem contribuir de maneira importante e pontual no acúmulo deste pigmento, uma vez que tanto o uso de ácido giberélico quanto de inibidor de sua síntese, contribuíram para redução nos teores de antocianina nas ráquis e o uso de ácido naftaleno acético também inibiu a síntese e acúmulo de antocianinas (AN et al., 2023). GA3 inibiu a síntese de antocianinas em chicória e isso está relacionado ao efeito da giberelina no crescimento das plantas (BOO et al., 2006).

A partir da análise estatística (ANAVA), foi possível constatar que os tratamentos diferiram estatisticamente em relação ao número de frutos por ramo. Os tratamentos que obtiveram as maiores proporções de flores estaminadas em relação as flores hermafroditas tiveram uma menor quantidade de frutos/ramo fixados, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 Teste de média número de frutos fixados por ramo em mangueira cv. 'Kent' pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.

Tratamento	Nº de frutos por ramos	Tratamento	Nº de frutos por ramo
Safra 2022		Safra 2023	
T0	0,75 c	T0	0,60 c
T1	0,55 d	T1	0,25 c
T2	0,25 d	T2	0,25 c
T3	0,20 d	T3	0,30 c
T4	1,50 b	T4	1,25 b
T5	1,80 a	T5	1,55 a
T6	1,75 a	T6	1,20 b
T7	0,55 d	T7	0,50 c
T8	0,75 c	T8	0,30 c
T9	0,95 c	T9	0,30 c
T10	0,80 c	T10	0,60 c
T11	0,90 c	T11	0,70 c
T12	0,85 c	T12	0,75 c
T13	1,30 b	T13	0,90 c
T14	1,45 b	T14	1,35 b
T15	1,45 b	T15	1,55 a
T16	0,90 c	T16	1,75 a
T17	1,80 a	T17	1,70 a
T18	2,15 a	T18	2,20 a

T19	0,60 d	T19	0,90 c
T20	0,75 c	T20	0,65 c
T21	1,15 c	T21	0,60 c
		T22	1,05 b
		T23	1,10 b
		T24	1,45 b
CV (%)	32,28	CV (%)	51,56

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. CV%: coeficiente de variação.

Os tratamentos T18 e T17 que continham ABA em sua composição apresentaram uma maior quantidade de frutos fixados por ramo nas duas safras. Os tratamentos T5 e T6 no ciclo de 2022 também obtiveram médias estatisticamente iguais aos tratamentos com ABA neste período. Na safra de 2023 a menor dosagem de ABA e a maior dose de auxina obtiveram uma média maior que a de 1,5 fruto/ramo fixado, indicando que sob condições mais estressantes devido ao fator climático, esses tratamentos se sobressaíram. Todos esses tratamentos tiveram uma proporção de até 4,22 de flores estaminadas para 1 hermafrodita (Tabela 4). Singh e Agrez (2002) testaram aplicação de inibidores da ação e inibidores da síntese de etileno e as maiores concentrações (200 mg L⁻¹) apresentaram as maiores frutificações e retenções de frutos em manga.

O contrário ocorreu com os tratamentos em que tinham as doses do precursor de etileno: T1, T2 e T3. Esses tratamentos fixaram menos de 0,5 fruto/ramo, indicando que esse regulador vegetal em excesso pode contribuir para uma menor produtividade de manga 'Kent' sob as condições do semiárido brasileiro. A aplicação exógena de Ethefom (mesmo princípio ativo do Impulse™) em mangueira cv. 'Kensington Pride' reduziu a frutificação em 68,6% (SINGH; AGREZ, 2002).

De acordo com Shi et al. (2023), os genes da biossíntese de etileno são regulados por sinais de abscisão e desempenham um papel fundamental na eliminação de flores e frutos mediada por etileno, o que pode explicar a menor quantidade de frutos nos tratamentos com o precursor da síntese de etileno (ORR et al., 2023). Logo, uma maior densidade de flores hermafroditas pode aumentar a produtividade da cv. 'Kent' e uma maior concentração de precursor de etileno uma menor quantidade de frutos fixados por ramo.

Os tratamentos com auxina (T14 e T15) também apresentaram resultados diferentes da testemunha na retenção dos frutos. Foi demonstrado que o etileno desempenha um papel antagônico às auxinas na abscisão de vários órgãos (IQBAL et al., 2017). Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 5).

A partir da análise de correlação das variáveis (Figura 7) é possível observar de maneira mais clara as correlações positivas e negativas das variáveis estudadas nos ciclos de 2022 e 2023.

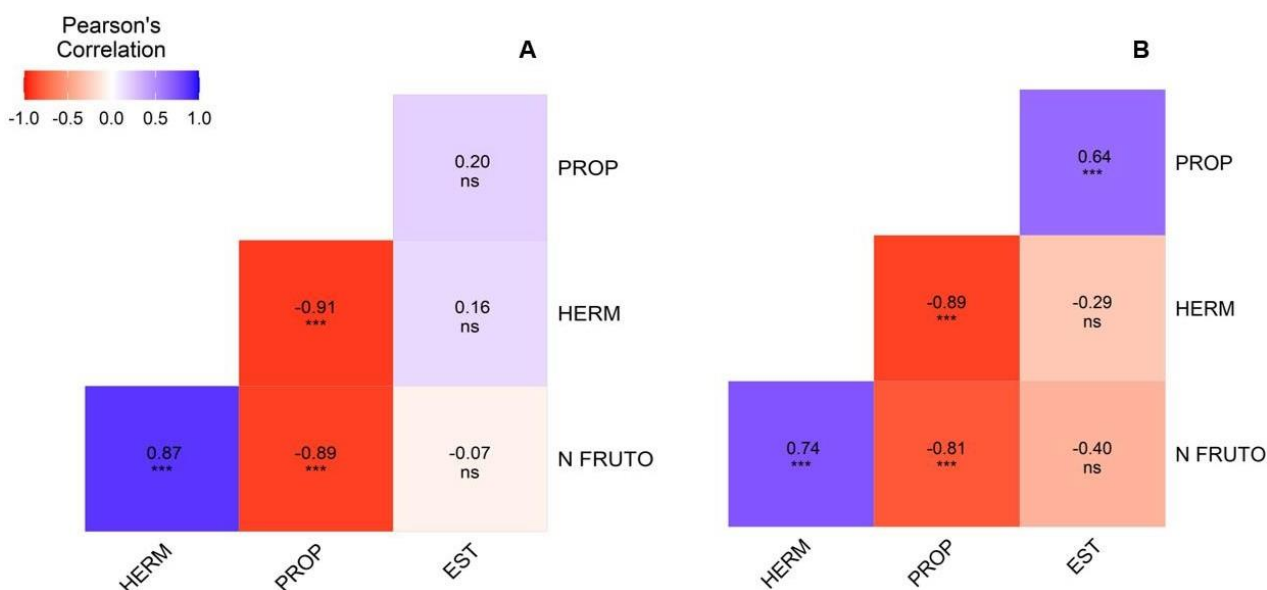


Figura 7. Análise de correlação para as variáveis flores hermafroditas (HER), flores estaminadas (EST), proporção entre flores estaminadas sobre hermafroditas (PROP) e número de fruto (N FRUTO) para os ciclos de 2022 (A) e 2023 (B). Petrolina-PE, 2023.

No ciclo de 2022, a correlação positiva entre número de flores hermafroditas e número de frutos foi significativa, ou seja, quanto maior essa variável, mais frutos fixados por ramo cv. 'Kent'. De forma inversa, quanto maior a proporção entre flores estaminadas sobre as hermafroditas, menor o número de frutos. No ciclo de 2023, as correlações negativas e positivas tenderam a se repetir, com exceção da correlação positiva entre as flores estaminadas e a proporção entre flores estaminadas sobre as hermafroditas. Maiores proporções de flores hermafroditas na panícula é um atributo significativo para o rendimento, pois tem uma relação direta com a frutificação e a produtividade (GEETHA et al., 2016).

A fim de verificar o efeito final do etileno no fruto, os resultados de peso (g), volume, espessura (mm), largura (mm) e calibre do fruto foram analisados e os resultados encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 Teste de média para Peso (g), Volume (cm³), comprimento (mm), largura (mm) e calibre de frutos de manga cv. 'Kent' pulverizados com solução de água (T0 – testemunha); 5mg L⁻¹ de etileno (T1); 10 mg L⁻¹ de etileno (T2); 15 mg L⁻¹ de etileno (T3); 50 mg L⁻¹ de AVG (T4); 150 mg L⁻¹ de AVG (T5); 200 mg L⁻¹ de AVG (T6); 5 mg L⁻¹ de GA3 (T7); 10 mg L⁻¹ de GA3 (T8); 15 mg L⁻¹ de GA3 (T9); 50 mg L⁻¹ de PBZ (T10); 150 mg L⁻¹ de PBZ (T11); 200 mg L⁻¹ de PBZ (T12); 5 mg L⁻¹ de ANA (T13); 10 mg L⁻¹ de ANA (T14); 15 mg L⁻¹ de ANA (T15); 5 mg L⁻¹ de ABA (T16); 10 mg L⁻¹ de ABA (T17); 15 mg L⁻¹ de ABA (T18); 5 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T19); 10 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T20); 15 mg L⁻¹ de ABA + 15 mg L⁻¹ de etileno (T21); 50 mg L⁻¹ de 1-MCP (T22); 150 mg L⁻¹ de 1-MCP (T23); 200 mg L⁻¹ de 1-MCP (T24). Petrolina-PE, 2023.

Tratamento	Peso (g)	Volume (cm ³)	comprimento (mm)	largura (mm)	calibre
T0	493,75 a	492,00 a	119,80 a	93,17 b	8
T1	428,75 b	442,25 b	111,52 b	88,80 b	10
T2	457,50 b	465,75 b	114,70 b	91,62 b	9
T3	353,75 c	363,25 c	106,17 b	83,60 c	12
T4	540,50 a	538,50 a	120,57 a	94,82 a	8
T5	510,00 a	510,25 a	120,22 a	93,02 b	8
T6	552,00 a	570,00 a	122,05 a	98,45 a	8
T7	515,75 a	517,25 a	119,42 a	92,15 b	8
T8	573,25 a	579,00 a	125,97 a	98,75 a	7
T9	532,50 a	539,75 a	120,72 a	95,95 a	8
T10	550,25 a	549,50 a	121,00 a	96,90 a	8
T11	530,25 a	527,00 a	122,45 a	94,25 a	8
T12	525,25 a	521,50 a	120,40 a	99,10 a	8
T13	532,50 a	533,75 a	121,95 a	94,15 a	8
T14	546,75 a	544,50 a	121,90 a	94,85 a	8
T15	570,75 a	566,25 a	121,37 a	99,72 a	8
T16	557,75 a	567,50 a	122,07 a	95,70 a	8
T17	548,25 a	576,50 a	122,62 a	96,42 a	8
T18	530,50 a	535,00 a	119,17 a	95,80 a	8
T19	497,25 a	504,25 a	120,70 a	91,72 b	8
T20	457,50 b	462,50 b	113,62 b	91,27 b	9
T21	506,50 a	513,25 a	120,30 a	95,17 a	8
T22	531,25 a	533,50 a	118,77 a	93,47 b	8
T23	561,75 a	577,50 a	119,35 a	97,32 a	8
T24	504,50 a	510,25 a	116,42 b	94,60 a	8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. CV%: coeficiente de variação.

A partir dos resultados, é possível constatar que o tratamento com a maior dosagem do precursor de etileno (T3) apresentou os menores resultados para as cinco variáveis. T1 e T2 aparecem logo em seguida com as menores médias. Isso significa que além de reduzir o número de flores hermafroditas e obter uma menor média de retenção de frutos por ramo, os frutos que foram tratados com etileno obtiveram um menor desenvolvimento. Carra et al. (2023) encontraram resultados semelhantes para tamanho do fruto de pera quando utilizaram uma maior concentração do precursor de etileno Etheform (600 e 900 mg L⁻¹). Os frutos dos demais tratamentos não apresentaram diferença em relação a testemunha, dando a entender que os demais reguladores vegetais testados não influenciam diretamente no tamanho, peso e volume dos frutos.

É possível observar ainda, a partir dos dados da Tabela 6, que todos os parâmetros morfofisiológicos dos frutos foram influenciados pela aplicação de etileno na maior dose (T3=15 mg L⁻¹). Boualem et al. (2022) identificaram o papel do etileno na inibição no

alongamento do ovário e do fruto em cucurbitáceas, o que pode explicar o menor tamanho dos frutos.

4

CONCLUSÕES

A presença do análogo ao etileno (Etephom) na maior dose (15 mg L⁻¹) e na intermediária (10 mg L⁻¹) influenciaram positivamente na porcentagem de flores estaminadas em relação às flores hermafroditas e reduziram a retenção de frutos de manga. Além disso, afetaram negativamente os parâmetros de crescimento do fruto, como menor peso, comprimento e largura.

A aplicação do inibidor da síntese de etileno Aminoetoxivinilglicina (AVG) e Ácido Abscísico (ABA) proporcionam aumento no número de flores hermafroditas e aumento na retenção de frutos de mangueira cv 'Kent'. Esses dois reguladores vegetais também parecem importantes para o acúmulo de antocianinas em ráquis de inflorescências de manga cv. 'Kent', sob condições semiáridas.

O estudo foi útil para auxiliar na compreensão do papel dos reguladores de crescimento, especialmente o etileno, sobre a biologia floral e na retenção de frutos por ramo da manga 'Kent' nas condições do semiárido brasileiro. Os resultados sugeriram que a aplicação do inibidor da síntese de etileno (AVG) ou de um precursor de ácido abscísico (Protone™) influenciam positivamente na proporção de flores hermafroditas e número de frutos na mangueira cv. 'Kent'.

5

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

AN, F. et al. Ethylene-induced stabilization of ETHYLENE INSENSITIVE3 and EIN3-LIKE1 is mediated by proteasomal degradation of EIN3 binding F-box 1 and 2 that requires EIN2 in Arabidopsis. **Plant Cell**, v.22, p.2384–2401, 2010.

ANSARI, M. W., et al. Mango (*Mangifera indica* L.) malformation: a malady of stress ethylene origin. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, vol. 21, p.1-8, 2015.

ANSARI, M. W. et al. Low temperature stress ethylene and not Fusarium, might be responsible for mango malformation. **Plant physiology and biochemistry**, v. 69, p. 34-38, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2023, 103p.

- ARSENEAULT, M. H.; CLINE, J. A. A review of apple preharvest fruit drop and practices for horticultural management. **Scientia Horticulturae**, v. 211, p. 40-52, 2016.
- ATENCIO, P. et al. Modelo visual automatico para la clasificacion y medida de calidad de fruto: Caso *Mangifera Indica* l. **Dyna**, v. 76, n. 160, p. 317–326, 2009.
- BLANKENSHIP, S. Ethylene effects and the benefits of 1-mcp. **Perishables Handling Quarterly**, n.108, 2001.
- BLANKENSHIP, Sylvia M.; DOLE, John M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest biology and technology**, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.
- BOO, H. O. et al. Effects of temperature and plant growth regulators on anthocyanin synthesis and phenylalanine ammonia-lyase activity in chicory (*Cichorium intybus* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.81, n.3, p.478-482, 2006.
- BOUALEM, A. et al. Ethylene plays a dual role in sex determination and fruit shape in cucurbits. **Current Biology**, v. 32, n. 11, p. 2390-2401. e4, 2022.
- BURNS, J. K. 1-Methylcyclopropene Applications in Preharvest Systems: Focus on Citrus. *Hortscience*, v.43 (1), p.112-114, 2008.
- CARRA, B. et al. Return Bloom and Yield of ‘Rocha’ Pear Trees are Improved by Ethephon and Paclobutrazol. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, n. 6, p. 3650-3661, 2023.
- CARRA, B. et al. Early spring inhibition of ethylene synthesis increases fruit set and yield of ‘Rocha’ pear trees in Southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, vol. 232, pág. 92-96, 2018.
- CAVALCANTE, Í. H. L. et al. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.91, p.281-286, 2018.
- CHENG, Y.; ZHAO, Y.. A role for auxin in flower development. **Journal of integrative plant biology**, v. 49, n. 1, p. 99-104, 2007.
- BARBOSA, K. et al. Biostimulants application influence in mango tree cv. ‘Kent’ on the fruits physico-chemical quality. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 6(2), 1403–1416, 2023.
- DRÄGER**. X-am 2800 (2020). Disponível em: <https://www.draeger.com/pt-br_br/Products/X-am-2800>. Acesso em: 16 set. 2024.
- EINHORN, T.; WANG, Y. AVG reduced ethylene production rates of pear flowers and fruitlets and increased fruit set when applied one to two weeks after bloom. In: **2016 ASHS Annual Conference**. ASHS, 2016.
- FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins**. Anthocyanins as food colors, v. 1, p. 280, 1982.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Science and Agrotechnology** (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GEETHA, G. A. et al. Varietal variations in temperature response for hermaphrodite flower production and fruit set in mango (*Mangifera indica* L.). **South African Journal of Botany**, v. 106, n. 5, p.196-203, 2016.
- IONESCU, I. A. et al. Chemical control of flowering time. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 3, p. 369-382, 2017.
- IQBAL, N. et al. Ethylene role in plant growth, development and senescence: interaction with other phytohormones. **Frontiers in plant science**, v.8, p.475, 2017.
- LAFOUNTAIN, A. M.; YUAN, Y. Repressors of anthocyanin biosynthesis. **New Phytologist**, v. 231, n. 3, p.933-949, 2021.
- LI, L. et al. The role of 1-methylcyclopropene in the regulation of ethylene biosynthesis and ethylene receptor gene expression in *Mangifera indica* L.(Mango Fruit). **Food science & nutrition**, v. 8, n.2, p. 1284-1294, 2020.
- LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Reproductive biology of *Tapirira guianensis* Aubl.(Anacardiaceae), a dioecious species in gallery forest in the Triângulo Mineiro, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 28, p.179-190, 2005.
- LOBO, J. T. et al. Biostimulants on Nutritional Status and Fruit Production of Mango 'Kent' in the Brazilian Semiarid Region. **HORTSCIENCE**, v. 54, p. 1501-1508, 2019.
- LOPES, P. R. C. et al. Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 72p.
- LÓPEZ, M. E. et al. Crosstalk between ethylene and abscisic acid during changes in soil water content reveals a new role for 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate in coffee Anthesis regulation. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p.824-948, 2022.
- LUO, C. et al. Research advance on the flowering mechanism of mango. **Acta Horticulturae**, p.17-22, 2019.
- MOUCO, M. A. C. et al. Manejo da Cultura da manga. In: ROCHA, M. M; DRUMOND, M. A. (Editores). Fruticultura Irrigada: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília/DF: EMBRAPA, 2011.
- MOUCO, M. A. C. **Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas**. 2008. 107f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas.
- MUDO, L. E. D. et al. Leaf gas exchange and flowering of mango sprayed with biostimulant in semi-arid region. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 332-340, 2020.
- NENAVATH, D. N.; PERUMAL, B. Artificial Marker to Predict (Banganapalle) Mango Fruit Size at Multi-Targets of an Image Using Semantic Segmentation. **IEEE**, vol. 12, pp. 6914-6925, 2024

PRATES, A. R. et al. Flowering induction in mango tree: updates, perspectives and options for organic agriculture. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 51, p. 68-75, 2021.

RAMIREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v.126, p.65–72, 2010.

RAO, M. R.; RAO, S. N. Studies on Flowering, Sex-Ratio and Self-Compatibility of Important South Indian Cultivars and Hybrids of Mango (*Mangifera indica* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v.41, n.1, p. 58-61, 1984.

REZENDE, J. S. et al. Nutritional diagnosis of mango plants post-harvest in anticipation of pre-flowering avoids nutritional stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Impresso)*, v. 27, p. 359-366, 2023.

SALES, R. P. et al. Ethylene synthesis in mango 'Palmer' production. In *XII International Mango Symposium 1244*, p. 229-236, 2017.

SHI, Y. et al. Molecular regulatory events of flower and fruit abscission in horticultural plants. **Horticultural Plant Journal**, v. 9, n. 5, p. 867-883, 2023.

SHIVASHANKARA, K. S. et al. Influence of girdling on flower sex ratio, biochemical constituents, and fruit set intensity in mango (*Mangifera indica* L.). **Biologia plantarum**, v. 63, n. 1, p. 432-439, 2019.

SOUZA, J. et al. Phenological Cycles, Thermal Time and Growth Curves of Mango Fruit Cultivars in Subtropical Conditions. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 9, p. 100-107, 2015.

SUNDBERG, E.; ØSTERGAARD, L. Distinct and dynamic auxin activities during reproductive development. **Cold Spring Harbor perspectives in biology**, v.1, n.6, p. a001628, 2009.

UPRETI, K. K., et al. Alterações hormonais em resposta ao paclobutrazol induziram florescimento precoce em mangueira cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, v.150, p.414-418, 2014.

VU, Ngoc-Thang et al. Effect of abscisic acid on growth and physiology of arabica coffee seedlings under water deficit condition. **Sains Malays**, v. 49, n. 7, p. 1499-1508, 2020.