



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
VALE DO SÃO FRANCISCO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**ADILSON MONTEIRO ALCOBIA**

**Estratégias para enchimento de frutos em mangueira cv.  
Keitt cultivada no semiárido Pernambucano**

Petrolina-PE  
2020

**ADILSON MONTEIRO ALCOBIA**

**Estratégia para enchimento de frutos em mangueira  
cv. Keitt cultivada no semiárido Pernambucano**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *Campus* de Ciências Agrárias, como requisito da obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo  
Herbert Lucena  
Cavalcante.  
Co-orientador: Laiane  
Eugênia Delmondes Mudo

***O sonho comanda a Vida !!!***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço Primeiramente a Deus por todo suporte emocional durante esta etapa árdua de Graduação, em segundo lugar a toda minha família em especial ao meu Pai José João Ferreira Alcobia por todo apoio incondicional de todo tipo e por ter sempre acreditado em mim neste sonho que ainda não terminou.

Agradeço a UNIVASF por proporcionar o acesso à educação e formação especializada, em especial o Professor Ítalo Cavalcante a quem considero meu eterno Mestre da Fruticultura.

Agradeço ao grupo FRUTVASF e a todos os seus integrantes, que sempre me ajudaram e que sempre ajudei em todos os tipos de atividades.

Finalmente mas nunca menos importante agradecimento muito especial ao Professor Cicero Araújo que somou muito na minha vida profissional no entendimento da Química e Fertilidade do solo.

## RESUMO

O Brasil alcançou a marca de 16% de aumento em volume nas exportações de frutas em 2019. Foram exportados mais de 980 milhões de toneladas, comparados a 848 milhões em 2018, gerando um faturamento de US\$ 858.084.989. Estes valores conferem ao país o 3º lugar no ranking dos principais países exportadores de frutas do mundo. Destaque para a exportação de manga, com aumento de 30%. Dentre as principais regiões produtoras e exportadoras, o polo de irrigação Juazeiro-BA/Petrolina-PE, localizado no Vale do São Francisco, região semiárida do nordeste brasileiro, tem grande notoriedade neste cenário por apresentar médias de produtividades (41,3 t ha<sup>-1</sup>) na região de Petrolina superiores à média nacional (17 t ha<sup>-1</sup>)

Resultados de pesquisas recentes (dados ainda não publicados) obtidos nas variedades Palmer e Keitt têm demonstrado que intervenções hormonais no período de floração (antese) têm possibilitado aumentos significativos no pegamento dos frutos. Entretanto, esse aumento propicia maior número de drenos, fazendo-se necessária uma intervenção na etapa pós-pegamento para permitir à planta condições de nutri-los (etapa de enchimento) com eficiência.

O presente estudo teve como objetivo testar diferentes estratégias de enchimento de frutos utilizando adubação potássica e giberelina, associados ou não, promovem o aumento do tamanho do fruto da mangueira cv. Keitt. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com tratamentos avaliados em esquema fatorial (2 x 3 + 1), correspondentes a duas formas de adubação potássica (recomendada e ajustada), três doses de Giberelina e tratamento adicional (testemunha - apenas adubação potássica recomendada e sem estratégia de fixação), com 4 blocos e 5 plantas por parcela, e os tratamentos definidos. T1 Adubação potássica usual 0 ppm Giberelina, T2 Adubação potássica usual 20 ppm Giberelina, T3 Adubação potássica usual 40 ppm Giberelina, T4 Adubação potássica ajustada 0 ppm Giberelina, T5 Adubação potássica ajustada 20 ppm Giberelina, T6 Adubação potássica ajustada 40 ppm Giberelina, T7 Testemunha. Dentre os tratamentos avaliados estima-se que o T6 – Adubação potássica ajustada e 40 ppm de giberelina em mangueira cv. Keitt, resulta num maior número de frutos por planta, resultado de menor índice de abscisão de frutos e consequentemente

em uma maior produtividade por hectare. Podemos constatar também que os tratamentos com reguladores de crescimento e adubação potássica ajustada apresentaram maior quantidade de frutos com calibre aceitável para o mercado de exportação e menor quantidade para mercado.

**Palavras-chave:** *Mangífera indica*, *Giberelina*, *intervenções hormonais*, *adubação potássica*

## ABSTRACT

Brazil reached the mark of 16% increase in volume in fruit exports in 2019. They were exported to more than 980 million tons, compared to 848 million in 2018, generating revenues of US \$ 858,084,989. These values give the country the 3rd place in the ranking of the main fruit exporting countries in the world. Highlight for mango exports, with an increase of 30%. Among the main producing and exporting regions, the Juazeiro-BA / Petrolina-PE irrigation pole, located in the São Francisco Valley, a semi-arid region of northeastern Brazil, has great notoriety in this scenario for presenting average productivity (41.3 t ha<sup>-1</sup>) in the Petrolina region higher than the national average (17 t ha<sup>-1</sup>)

Results of recent research (data not yet published) Obtained in the varieties Palmer and Keitt have originated that hormonal processes in the flowering period (anthesis) have enabled increases in fruit set. However, this increase provides a greater number of drains, making an intervention in the post-setting stage necessary to allow the plant to efficiently nourish conditions (filling stage). The present study aimed to test different methods of fruit filling using potassium and gibberellin fertilization, associated or not, to increase the size of the fruit of the mango tree cv. Keitt. The experimental design used was in randomized blocks (DBC), with treatments evaluated in a factorial scheme (2 x 3 + 1), corresponding to two forms of potassium fertilization (recommended and adjusted), three doses of Gibberellin and additional treatment (control - only recommended potassium fertilization and no fixation strategy), with 4 blocks and 5 plants per plot, and the treatments defined. T1 Usual potassium fertilizer 0 ppm Gibberellin, T2 Usual potassium fertilizer 20 ppm Gibberellin, T3 Usual potassium fertilizer 40 ppm Gibberellin, T4 Adjusted potassium fertilizer 0 ppm Gibberellin, T5 Adjusted potassium fertilizer 20 ppm Gibberellin, T6 Adjusted potassium fertilizer 7ppm . Among the evaluated treatments, it is estimated that T6 - adjusted potassium fertilization and 40 ppm of gibberellin in mango cv. Keitt, results in a greater number of fruits per plant, the result of a lower rate of fruit abscission and, consequently, a higher productivity per hectare. We can also verify that the treatments with growth regulators and adjusted potassium

fertilization presented a greater quantity of fruits with an acceptable caliber for the export market and less quantity for the market.

**Key-words:** *Mangífera indica*, *Gibberellin*, *hormonal interventions*, *potassium fertilization*



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa média do ar e precipitação registrados durante a condução do experimento. Petrolina-PE 2019 - 2020. ....	22
<b>Figura 2</b> - Volume estimado do fruto (cm <sup>3</sup> ) de manga cv. Keitt, aos 35 DAF (A) e 42 DAF (B) no experimento 2 em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	1
<b>Figura 3</b> - Sacarose (mg g <sup>-1</sup> MF) em folhas de manga cv. Keitt, experimento 2 em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	3
<b>Figura 4</b> - Número de frutos por planta de mangueira cv. Keitt destinado ao mercado de exportação.....	4
<b>Figura 5</b> - Produção (Kg por planta) de frutos de mangueira cv. Keitt destinados à exportação, no experimento 2 submetidas a diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	6
<b>Figura 6</b> - Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) de frutos de mangueira cv. Keitt destinados à exportação, no experimento 2 submetidas a diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto .....	7

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Teores de macro e micronutrientes no solo em mangueira cv. Keitt. Petrolina-PE 2019 - 2020. ....	23
<b>Tabela 2</b> - Manejo de fixação de fruto de mangueira cv. Keitt Petrolina-PE 2019 - 2020. ....	23
<b>Tabela 3</b> - Composição dos tratamentos utilizados como estratégias para enchimento de frutos em mangueira cv. Keitt. Petrolina-PE 2019 - 2020. ....	23
<b>Tabela 4</b> - Teores de macro e micronutrientes foliares em mangueira cv. Keitt. Petrolina-PE 2019 - 2020. ....	24
<b>Tabela 5</b> - Número relativo de frutos em plantas dos tratamentos com estratégia de fixação de frutos em relação à testemunha sem estratégia de fixação de frutos em mangueira cv. Keitt. Safra 2018-2019, Juazeiro-BA. ....	24
<b>Tabela 6</b> - Análise de variância para volume estimado (cm <sup>3</sup> ) dos frutos cv. Keitt em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	26
<b>Tabela 7</b> - Comparativo do volume estimado (cm <sup>3</sup> ) dos frutos cv. Keitt submetidas a diferentes estratégias de desenvolvimento do fruto, com a testemunha absoluta. ....	2
<b>Tabela 8</b> - Resumo da análise de variância para amido, carboidratos solúveis totais e sacarose em folhas de mangueira cv. Keitt em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	2
<b>Tabela 9</b> - Comparativo de sacarose em folhas de mangueira cv. Keitt submetidas a diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto, com a testemunha absoluta. ....	3
<b>Tabela 10</b> - Resumo da análise de variância para número de frutos (NF) de mangueira cv. Keitt para mercado interno e exportação, em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	4
<b>Tabela 11</b> - Resumo da análise de variância para produção (Kg por planta) de mangueira cv. Keitt destinada ao mercado interno e exportação, em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	5
<b>Tabela 12</b> - Resumo da análise de variância para produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) de frutos destinados ao mercado interno e externo de mangueira cv. Keitt destinada ao mercado interno e exportação, em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto. ....	6

## SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Abscisão de frutos na mangueira .....	13
2.2 Fatores bióticos .....	15
2.3 Fatores abióticos .....	15
2.4 Hormônios Vegetais .....	17
2.5 Carboidratos.....	18
2.5 Adubação potássica .....	19
2.5 Enxofre .....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	8
REFERÊNCIAS.....	9

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil alcançou a marca de 16% de aumento em volume nas exportações de frutas em 2019. Foram exportados mais de 980 milhões de toneladas, comparados a 848 milhões em 2018, gerando um faturamento de US\$ 858.084.989. Estes valores conferem ao país o 3º lugar no ranking dos principais países exportadores de frutas do mundo. Destaque para a exportação de manga, com aumento de 30% (AGROSTAT/MAPA).

Embora o país não esteja nas primeiras colocações do ranking, a manga é uma das frutas mais exportadas, a qual contribui com 27,26% do total da exportação brasileira, sendo responsável por uma receita de US\$ 227.573.589 milhões. Dentre as principais regiões produtoras e exportadoras, o polo de irrigação Juazeiro-BA/Petrolina-PE, localizado no Vale do São Francisco, região semiárida do nordeste brasileiro, tem grande notoriedade neste cenário por apresentar médias de produtividades ( $41,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) na região de Petrolina superiores à média nacional ( $17 \text{ t ha}^{-1}$ ) (AGROSTAT/MAPA).

Este polo compreende 21.898 ha de área plantada com manga, correspondendo a 34% do total brasileiro, além de contribuir com 49% de toda a produção nacional. O potencial produtivo nesta região se deve, em parte, à presença de irrigação e à larga faixa de níveis ótimos requeridos pela cultura quanto aos elementos meteorológicos para o desenvolvimento vegetal e reprodutivo das plantas, como a quantidade de distribuição da radiação solar, velocidade do vento, precipitação pluvial, umidade do ar e, principalmente, temperatura (MARTINS; REIS; PINHEIRO, 2012).

Considerando a importância da mangueira nos âmbitos nacional e regional, como já mencionado, torna-se essencial o desenvolvimento de pesquisas que permitam a ampliação da produtividade de forma sustentável, como aperfeiçoamento do manejo nutricional e hormonal durante a fase reprodutiva, visto que ambos influenciam diretamente no processo de frutificação da mangueira (SILVA et al., 2014).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Abscisão de frutos na mangueira

A abscisão do fruto de manga na planta é tipicamente muito severa, causando consideráveis perdas de produção em todo o mundo. Consequentemente, é necessária uma caracterização fisiológica e molecular detalhada da abscisão de frutos em manga para descrever o início e o curso dependente do tempo desse processo. O processo de abscisão é desencadeado pela difusão do etileno para a zona de abscisão (ZA), onde se liga a receptores específicos, ativando assim várias respostas fisiológicas importantes a nível celular.

A eliminação ou abscisão de órgãos vegetais é um processo altamente coordenado, governado pela interação de vários metabólitos vegetais, em particular fitohormônios, carboidratos e poliaminas (Sexton e Roberts, 1982; Malik e Singh, 2003; Xie et al., 2013). A abscisão pode ser iniciada em resposta à pressão da doença, lesão por pragas ou extremos climáticos, levando à competição interorganizacional por assimilados (Patterson e Bleecker, 2004; Botton et al., 2011).

Uma preocupação particular em muitos sistemas de produção de manga em todo o mundo é a extensa queda de frutos. Essa grande restrição de produção foi extensivamente estudada no nível do pomar (Singh et al., 2005) e também foi um objetivo principal da pesquisa de Hagemann et al. (2014) que investigaram o uso potencial de reguladores de crescimento de plantas, técnicas de irrigação e sistemas de cultivo para melhorar a retenção de frutos na manga.

A elevada intensidade na queda de frutos geralmente está associada a períodos de menor concentração de auxina na manga (Singh, 2005). Assim, a síntese contínua de auxina e o transporte basípeto para a zona de abscisão são essenciais para a manutenção dos órgãos da planta, incluindo a fruta (Davenport et al., 1980; Roberts e Osborne, 1981).

Ativação das zonas de abscisão (AZ) de folhas, flores e frutas parecem ser governadas pela interação de auxina e etileno (Gonzalez-Carranza et al., 1998). As auxinas sintéticas que têm sido mais eficazes na redução da queda da manga são o ácido naftalenoacético (NAA) e o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). Juntamente com as auxinas, as citocininas são

outro grupo de hormônios vegetais que regulam a divisão celular e expansão celular.

Citocininas são uma classe de hormônios vegetais que promovem a divisão celular na planta raízes e brotos. Eles estão envolvidos principalmente no crescimento e diferenciação celular; entretanto também afetam a dominância apical, o crescimento dos botões auxiliares e a senescência foliar. O transporte de Citocininas é feito através do xilema das raízes aos brotos.

As Citocininas desempenham um papel importante na indução da frutificação de várias plantas (Letham, 1967; Skoog e Armstrong, 1970). Também na manga, as citocininas desempenham um papel fundamental na divisão celular e aumento da célula e foram encontrados no pericarpo e na semente, respectivamente (Ram et al., 1983; Singh, 2005).

Baixas concentrações de citocinina no desenvolvimento de frutos de manga foram correlacionados com a queda dos frutos e a cessação do crescimento dos frutos (Ram, 1983). A aplicação de citocinina sintética também demonstrou melhora na fixação e retenção de frutos, sugerindo que as citocininas desempenham um papel no estabelecimento de colheitas relativamente altas.

Particularmente, na fase de pós-florescimento, tratamentos com citocinina (CPPU) mais giberelinas (GA3) em estágios iniciais de crescimento dos frutos promoveram pegamento de frutos (Chen, 1983; Oosthuyse, 1995). A citocinina é necessária para o desenvolvimento e retenção dos frutos, no entanto, o papel da citocinina na abscisão ainda permanece inconclusivo (Davenport e Nunez Elisea, 1997).

Em manga, as giberelinas (GAs) endógenas principais foram relatadas em botões apicais, folhas e brotos vegetativos (Davenport et al., 2001). Além de estar envolvido no crescimento e desenvolvimento de frutas, o papel direto das giberelinas (GAs) para o início da abscisão é ambíguo (Chacko et al., 1970; Davenport e Nunez-Elisea, 1997; Ram, 1983). Várias classes de retardadores de crescimento de plantas têm sido caracterizados por interferir com a via biossintética da giberelina precoce e tardia (Rademacher, 2000) e, portanto, foram investigados para melhorar a retenção de frutas na manga. No entanto, o eficácia de GA3 aplicado exogenamente a inflorescências pré e pós-antese

para melhorar a frutificação e a retenção foi inconclusiva (Oosthuysen, 1995; Singh et al., 2005).

Os fatores bióticos e abióticos têm sido frequentemente sugeridos como os principais fatores desencadeadores da indução da queda de frutos na manga (Singh et al., 2005).

## **2.2 Fatores bióticos**

Os fatores bióticos são principalmente a falta de polinização ou fertilização de flores e pressão de pragas ou doenças que subsequentemente levam à degeneração das sementes (Singh e Arora, 1965). Embora as árvores possam produzir panículas com milhares de flores, apenas uma fração dessas flores são óvulos contendo hermafroditas capazes de desenvolver frutos (Davenport e Nuñez-Elisía 1997).

Das flores produzidas, talvez uma média de 10 a 50 inicialmente dê frutos em panículas individuais e, dependendo da cultivar, apenas uma fração de um por cento dos frutos originalmente atingidos tenham maturidade (Bijhouwer 1937; Sen 1939; Naik e Rao 1943; Musahib-ud - Din e Dinsha 1946; Mukherjee 1949; Singh 1960a; Randhawa e Damodaran 1961a, 1961b; Gunjate et al. 1983; Prakash e Ram 1984; Desai et al. 1994; Singh e Janes 2000; Malik 2003). Observou-se que algumas cultivares desenvolvem apenas um fruto até a maturidade de 150 flores aparentemente fertilizadas, particularmente aquelas cultivadas com um conjunto de frutos inicial pesado (Mukherjee, 1949).

## **2.3 Fatores abióticos**

Os fatores abióticos associados à queda de frutos são períodos extensos de seca, temperaturas extremas do ar ambiente ou ventos secos e fortes (Burondkar et al., 2000; Singh et al., 2005; Hagemann et al., 2014, 2015). Nas plantas, esses fatores geralmente reduzem a capacidade de transporte de auxina polar no pedicelo, o influxo de carboidrato para o fruto e uma regulação positiva dos receptores de etileno, portanto, a demanda do fruto em crescimento não é suficientemente atendida para seu suprimento (Wünsche e Ferguson, 2005; Estornell et al., 2013). (Anônimo (2011). Banco de dados do National Horticulture Board, Nova Delhi. Bray HG, Thorpe M. U (1954) Normalmente a floração da manga ocorre durante o mês de dezembro-janeiro e a frutificação ocorre durante abril-maio nas condições indianas. No entanto,

em certas regiões do sul de Tamil Nadu viz., blocos Tenkasi e Senkottai do distrito de Thirunelveli e bloco de Agasteeswaram do distrito de Kanyakumari, a manga é produzida fora de época, a produção e a floração ocorrem durante julho-agosto, e a frutificação começa durante novembro-dezembro. Este fenômeno peculiar de floração e frutificação na manga é conhecido como produção fora da estação. O número de ondas variou muito dependendo da variedade, idade da árvore, condições climáticas e a quantidade de safra gerada na temporada anterior. Eles também relataram que, embora a floração em mangueiras geralmente ocorresse durante curtos dias nas áreas que caem mais perto do equador, o próprio fato de que o cultivo fora da estação era possível no distrito de Kanyakumari Thirunelveli no sul da Índia, sugerindo que a floração da manga está certamente sob o controle ambiental, provavelmente o fotoperíodo. Eles também relataram que as mangueiras responderam a variações de temperatura mais criticamente do que fotoperíodos, como evidenciado pelos diferentes tempos de floração em diferentes locais da Índia (Palanisamy et al., 2011). A abscisão ocorre durante três fases distintas do desenvolvimento do fruto: queda pós-estabelecimento (durante os primeiros dois meses de idade do fruto), queda no meio da estação (quando os frutos têm 60 a 75 dias) e queda antes da colheita (logo antes da maturidade do fruto) (Dahsham e Habib 1985). O padrão de abscisão dos frutos inicialmente fixados é assintótico, com as maiores perdas ocorrendo durante as primeiras 3 a 4 semanas após a conclusão da antese floral seguida de redução gradual à medida que os frutos atingem tamanho substancial (Mukherjee 1949; Singh 1960b; Jawanda e Singh 1961; Sturrock 1961; Gill 1966; Van Lelyveld 1978; Sirichai 1980; El-Nabawy et al. 1983; Lam et al. 1985; Bhuyan e Irabagon 1993; Searle et al. 1995). Essa intensidade e padrão de abscisão são consistentes em todas as cultivares cultivadas nos trópicos e subtropicais. Chen et al. (1995) observaram que a maioria dos frutos de manga desaparece na China dentro de cinco semanas após a queda das flores, a principal onda ocorrendo nas duas primeiras semanas. Um estudo de cinco cultivares de manga ('Manila', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent' e 'Keitt') no México mostrou que a maior parte da queda ocorreu entre 25 e 50 dias após a frutificação (Guzman Estrada 1996). A queda inicial de frutas representou até 90% do total até a sétima semana após a primeira colheita na manga 'Carabao' nas Filipinas (Mendoza, 1981). Mais de



90% da queda total de frutas de 'Tommy Atkins' ocorreu nas primeiras quatro semanas, resultando em 0,6% de frutificação final (Nuñez-Eliséa e Davenport 1983).

## **2.4 Hormônios Vegetais**

A regulação hormonal da abscisão de frutas foi observada em muitas culturas de frutas (Addicott,1968; Roberts et al., 2002) e os hormônios endógenos desempenham um papel importante no crescimento da fruta e queda de fruta na manga (Chattha et al., 1999).

Geralmente, eles funcionam em concentrações ppm relativamente baixas em frutas para regular a formação e ativação da zona de abscisão dentro da camada de separação (Singh et al., 2005). Como em outras safras de frutas, a abscisão da fruta na manga é regulada por uma interação complexa de fitohormônios, que protegem as zonas de abscisão ou induzem o processo de separação.

A eficiência de vários fitormônios e suas substâncias sintéticas análogas, chamados reguladores de crescimento de plantas (RCP) para o controle da queda da fruta na manga foram conduzido em vários estudos (Chen, 1983; Notodimedjo, 2000; Oosthuysen, 1995; Ram et al.,1983).

Hormônios vegetais como auxina, giberelina e etileno estão entre os fatores endógenos que controlam a abscisão órgão, incluindo flores e frutos (Srivastava 2002; Taiz & Zeiger 2002). Aneja e Gianfagna (1999) sugeriram que altas concentrações de etileno e baixa concentração de auxina e giberelina na planta se torna uma das principais causas de queda de frutas.

Aplicação de giberelina pode reduzir queda de flores e frutos devido à supressão da biossíntese de ácido abscísico (Steffens 1988). Além disso, a concentração de auxina e giberelina no pedúnculo de frutos da manga em queda é menor do que no fruto de retenção; a fruta que caiu teve um alto conteúdo de ABA (Bain et al. 1997). Portanto aplicação de auxina e giberelinas exógenas podem melhorar retenção dos frutos. A auxina sintética pode ser usada para induzir a retenção de frutas tais como ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). este composto tem vantagens como auxina devido à alta atividade em

baixa concentração e é estável devido à degradação do IAA enzima oxidase (Salisbury e Ross 1995).

Muitos pesquisadores descobriram que pulverizar mangueiras com auxina em diferentes concentrações, aumentaram as porcentagens de frutificação e a retenção de citocininas, como seus análogos naturais, é conhecido por promover a divisão celular e, portanto, é usado para aumento do crescimento de frutos. A citocinina aumentou a retenção de frutos em diferentes cultivares de manga e regiões em crescimento (Burondkar et al., 2009 e Notodimedjo, 2000).

## **2.5 Carboidratos**

Em árvores frutíferas, uma disponibilidade reduzida de carboidratos devido à floração intensa e prolongada, conseqüentemente, limita a nutrição para satisfazer a demanda de frutos e desenvolvimento (Goldschmidt, 1999; Whiley et al., 1996). Logo, a abscisão de flores e frutos em um estágio inicial de desenvolvimento ajusta o número de frutos à capacidade de suprimento de carboidratos que a árvore pode fornecer (Agusti et al., 1982; Gomez-Cadenas et al., 2000).

Na manga, capacidade de armazenamento de carboidratos é um dos fatores importantes que determinam o número de frutos que a árvore pode nutrir até a maturidade (Davie et al., 2000; Normand et al., 2009). No entanto, a competição por recursos nutricionais também são um fator para a abscisão prematura de frutas (Stephenson, 1981; Stephenson e Gallagher, 1986). A competição interna entre o crescimento vegetativo, flores e frutos tem sido proposto como um fator de controle na abscisão de flores e frutos (Kozlowski, 1992).

Na manga, a disponibilidade e distribuição de fotoassimilados durante a frutificação e desenvolvimento foi sugerido (Davenport e Nunez-Elisea, 1997) como um dos motivos para a abscisão de frutas e isso também é relatado para outras culturas de frutas, como maçã (Berüter e Droz, 1991; Stopar, 1998).

## 2.5 Adubação potássica

Na cultura da mangueira, o potássio é o segundo nutriente mineral mais limitante para rendimento e qualidade de frutos (PINTO et al., 2010). Isto pode ser atribuído às suas funções de melhorar o crescimento vegetativo da planta e promover a síntese e transferência de foto assimilados para os frutos (DUTTA; AHMED; KUNDU, 2011).

Em relação à quantidade total de nutrientes minerais requeridos pelas plantas, o potássio é necessário em maior quantidade após o nitrogênio (N) (Zörb et al., 2014); além disso, é segundo maior nutriente requerido pela fruta (Lester et al., 2006; Mpelasoka et al., 2003). O (K) ativa numerosas enzimas, críticas para vários processos metabólicos, como biossíntese, transporte e transformação de açúcar e amido (Baraldi et al., 1991; Karley e White, 2009; Lester et al., 2010a; Niu et al. , 2013; Römheld e Kirkby, 2010). Além disso, o K é um nutriente essencial envolvido na translocação do floema dos assimilados, incluindo o movimento da sacarose da parte aérea para a raiz e para formar órgãos como frutas (Lebaudy et al., 2007).

É geralmente considerado como um elemento de qualidade, o que poderia aumentar o desenvolvimento dos frutos com maior qualidade e maior vida útil, aumentando a síntese e a translocação de carboidratos nas plantas (Niu et al., 2008). Por exemplo, o fruto da tangerina 'Kinnow' (*Citrus deliciosa* x *Citrus nobilis*) tornou-se maior e mais firme com o aumento da oferta de K. Por outro lado, o número de células de frutas, o tamanho dos frutos e os sólidos solúveis foram significativamente reduzidos pela deficiência de K (Ashraf et al., 2010). A necessidade de (K) aumenta nos estágios reprodutivos (Oosterhuis et al. 2014).

O potássio está associado à adaptação das plantas a fatores bióticos e abióticos. A ação de K na resistência ao estresse pode ser direto e indireto e depende da dose (Dordas 2008; Anschütz et al. 2014; Benito et al. 2014; Zörb et al. 2014). As respostas diretas relacionam-se a processos como a fotossíntese. As respostas indiretas estão relacionadas à ativação do metabolismo secundário, incluindo alguns metabolitos característicos, como oxilipinas e glucosinolatos detectado em *Arabidopsis thaliana* (Troufflard et al. 2010). Na mesma espécie, (Armengaud et al. (2009) propuseram que o

primeiro indicador de deficiência de K é uma inibição da atividade da piruvato quinase.

## **2.5 Enxofre**

O enxofre (S) é um macronutriente essencial em plantas que serve numerosos.

funções da planta e é vital para os processos metabólicos. Além disso, é o constituinte de alguns aminoácidos e metabólitos essenciais. Estudos recentes forneceram a noção de que S não apenas melhora a produtividade das plantas em condições normais mas também os protege de estresses abióticos como salinidade, seca e metais tóxicos / metalóides.

Diferentes compostos S atuam diretamente como antioxidantes ou modulam o sistema de defesa antioxidante. Entre eles, a glutathione (GSH) é considerada uma das poderosos antioxidantes e protetores de estresse. Interações de S com outros agentes biológicos moléculas fornecem sinalização de estresse para fornecer defesa contra tensões ambientais.

O enxofre é absorvido pela raiz na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) integrado na cisteína (Cys). A cisteína atua como precursora ou doadora dos principais compostos de enxofre (S), como metionina (Met), S-adenosilmetionina, glutathione (GSH), homo-GSH (h-GSH), fitocelatinas (PCs), sulfolipídios, aglomerados de enxofre de ferro e alil Cys e glucosinolatos, que desempenham papel nos processos de desenvolvimento da planta e / ou nos processos de adaptação ao estresse (Rausch e Wachter 2005; Khan et al. 2014; Anjum et al. 2015). A glutathione e o h-GSH estão envolvidos na transmissão do sinal de estresse. Vários metabólitos importantes do estresse, como o etileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), são controlados pela S-adenosilmetionina. A função mediada por composto de enxofre do ATP-S foi relatada para resposta à tolerância ao estresse (Anjum et al. 2015). Entretanto, a captação, translocação e mecanismos de ação de S em plantas sob condições estressantes ainda estão sendo pesquisadas. Plantas com deficiência de S foram relatadas com menor teor de clorofila sob estresse térmico (Mobin 2010; Astolfi et al. 2003). Uma comparação entre plantas deficientes em S e plantas enriquecidas com S mostraram que o crescimento e a biomassa das plantas aumentaram com a aplicação satisfatória de S sob estresse térmico (Mobin et al. 2017).

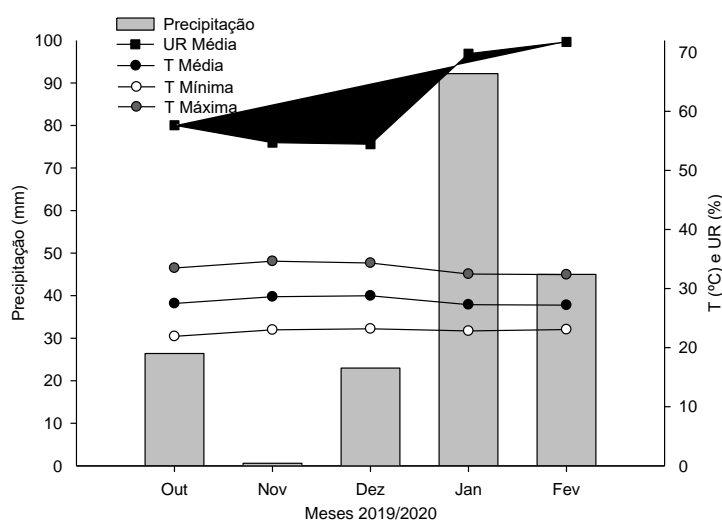
Embora existam vários relatos sobre o papel do S em plantas sob estresse abiótico, os mecanismos e interações exatas ainda não foram revelados. Aminoácidos associados ao enxofre (Metionina, Cistina), aglomerados de ferro-S, lipídios, vitaminas (biotina e tiamina), cofatores (CoA e S-adenosilmetionina) e peptídeos (como GSH e PCs) desempenham um papel significativo na tolerância ao estresse abiótico.

Abordagens moleculares para manipular enzimas da via de assimilação de enxofre (S), como ATP sulfurilase (ATP-S), APS (Adenosina-5'-fosfossulfato) quinase, PAPS redutase ou APS redutase, sulfito redutase, serina acetiltransferase (SAT) e O-acetilserina / O-acetil-homoserina sulfidrilase ampliarão os olhos com vista a explorar o (S) como uma molécula mais persuasiva no desenvolvimento da tolerância ao estresse das plantas (Anjum et al. 2015; Khan et al. 2016).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 na fazenda Special Fruit localizada em Petrolina-PE (9°18'42" S de latitude e 40°40'24" O de longitude, e altitude de 423 m acima do nível do mar), O clima da região onde se localiza as duas áreas é BSh, segundo a classificação de Köppen realizada por Álvares et al. (2013). Os dados climáticos referentes à precipitação, umidade relativa do ar, temperatura máxima, mínima e média, no período de realização do experimento, foram registrados em estação meteorológica automática (Figura 1).

**Figura 1** - Temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa média do ar e precipitação registrados durante a condução do experimento. Petrolina-PE 2019 - 2020.



As plantas utilizadas foram irrigadas por sistema localizado de gotejo com turno de rega diário ajustado de acordo com as características climáticas registradas e a necessidade da cultura na fase de desenvolvimento em que se encontrava. Estavam dispostas em espaçamento 6x2m e foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2003).

No início do experimento foi realizada análise nutricional do solo para caracterização da área de acordo com as recomendações de Silva (2009) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Teores de macro e micronutrientes no solo em mangueira cv. Keitt. Petrolina-PE 2019 - 2020.

Prof.	pH	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H + Al)	SB	V
cm	H <sub>2</sub> O	g 100g <sup>-1</sup>	Mg dm <sup>-3</sup>	-----			cmolc dm <sup>-3</sup>	-----			%
0 - 25	5.9	1.9	22	0.32	0.04	3.3	0.6	0	1.6	4.22	72.51

Como estratégia de fixação de frutos, foram realizadas aplicações foliares de hormônios em todos os tratamentos (exceto testemunha) (Tabela 2). As doses hormonais utilizadas seguiram as recomendações de experimentos anteriores (dados ainda não publicados).

**Tabela 2** - Manejo de fixação de fruto de mangueira cv. Keitt Petrolina-PE 2019 - 2020.

RCPs	Fase reprodutiva		
	Pleno florescimento (PF)	8 DAF	16 DAF
Giberelina (ProGibb400)	10 ppm	10 ppm	10 ppm
Auxina (2,4-D/ ANA)	10 ppm	10 ppm	10 ppm
Citocinina (MaxCell)	10 ppm	10 ppm	10 ppm

Após finalizada a estratégia para fixação, iniciou-se a aplicação dos tratamentos compostos por doses de potássio (via solo a lanço e via foliar) e giberelina (produto comercial ProGibb) + adesivo (50ml/100 litros), como estratégias para desenvolvimento dos frutos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com tratamentos avaliados em esquema fatorial (2 x 3 + 1), correspondentes a duas formas de adubação potássica (recomendada e ajustada), três doses de Giberelina e tratamento adicional (testemunha - apenas adubação potássica recomendada e sem estratégia de fixação), com 4 blocos e 5 plantas por parcela, e os tratamentos definidos conforme a tabela 3.

**Tabela 3** - Composição dos tratamentos utilizados como estratégias para desenvolvimento de frutos em mangueira cv. Keitt. Petrolina-PE 2019 - 2020.

Tratamentos	Composição
T1	Adubação potássica usual 0 ppm Giberelina
T2	Adubação potássica usual 20 ppm Giberelina

T3	Adubação potássica usual 40 ppm Giberelina
T4	Adubação potássica ajustada 0 ppm Giberelina
T5	Adubação potássica ajustada 20 ppm Giberelina
T6	Adubação potássica ajustada 40 ppm Giberelina
T7	Testemunha

O manejo nutricional para o cálculo da dose recomendada foi baseado nos resultados da análise do solo (Tabela 1) e foliar (Tabela 4), e a necessidade da cultura para a produção esperada (SILVA et al., 2002).

**Tabela 4** - Teores de macro e micronutrientes foliares em mangueira cv. Keitt. Petrolina-PE 2019 - 2020.

N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	B	Cu	Na
----- g Kg <sup>-1</sup> -----					----- mg Kg <sup>-1</sup> -----					
9,73	0,97	4,10	5,97	1,75		52,26	9,70	12,25	1,62	131,73

N: Kjeldahl; P: Espectrofotometria com azul de molibdênio; K e Na: Fotometria de chama; Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu: Espectrofotometria de absorção atômica; B: Espectrofotometria com azometina-H.

Para a definição da adubação ajustada, o número médio de frutos fixados por planta em cada tratamento foi contabilizado logo após a segunda queda fisiológica (47 DAF) (Tabela 5), a testemunha como não recebeu tratamento para fixação de fruto foi utilizada como referência no cálculo da dose ajustada a ser aplicada. O teor ajustado de potássio nos tratamentos foi feito em função do aumento percentual do número de frutos em relação ao controle. Em seguida, iniciou-se as aplicações das estratégias para desenvolvimento de fruto (49 DAF).

**Tabela 5** - Número relativo de frutos em plantas dos tratamentos com estratégia de fixação de frutos em relação à testemunha sem estratégia de fixação de frutos em mangueira cv. Keitt. Safra 2018-2019, Juazeiro-BA.

Tratamentos	Frutos (%)*
T1	403.90%
T2	105.63%
T3	100.43%
T4	148.05%
T5	213.85%



T6	200.87%
Testemunha	100%

---

\* Baseado no número de frutos da testemunha.

Os tratamentos foram aplicados semanalmente de acordo com o desenvolvimento do fruto até tamanho constante (105 DAF), totalizando 10 aplicações. Os tratamentos com dose de potássio ajustada foram compostos por 90% de Sulfato de Potássio aplicado a lanço, e 10% aplicado via foliar concomitante às aplicações de giberelina.

Visando acompanhar o desenvolvimento do fruto, 20 frutos por tratamento foram marcados e medidos semanalmente os diâmetros longitudinal, lateral e ventral, com paquímetro de precisão para determinação do volume estimado de fruto (cm<sup>3</sup>) seguindo metodologia de Morais et al. (2004). Foram realizadas análises bioquímicas de Carboidratos solúveis totais (CST) ( $\mu\text{mol gMF}^{-1}$ ) (DUBOIS et al., 1956), amido (mg gMF<sup>-1</sup>) (HODGE; HOFREITER, 1962), e sacarose (mg gMF<sup>-1</sup>) (VAN HANDEL et al., 1968) em folhas maduras coletadas do último fluxo.

Na colheita foram contados os frutos (número de frutos - NF) colhidos por planta, e em seguida pesados para obtenção dos dados de produção (Kg por planta), sendo considerando separadamente os frutos com qualidade para mercado interno e exportação estabelecida conforme o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2005). Para tal, a colheita e classificação foram realizadas com auxílio da equipe contratada pelo comprador em campo.

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste “F”, os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e comparadas com a testemunha pelo teste de Dunnett também a 5% de probabilidade, utilizando o software R (R Core Team, 2019).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foi observado interação dos fatores estudados no volume estimado de fruto somente nas duas primeiras datas avaliadas (Tabela 6), enquanto a adubação teve efeito isolado nas três últimas datas.

**Tabela 6** - Análise de variância para volume estimado (cm<sup>3</sup>) dos frutos cv. Keitt em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.

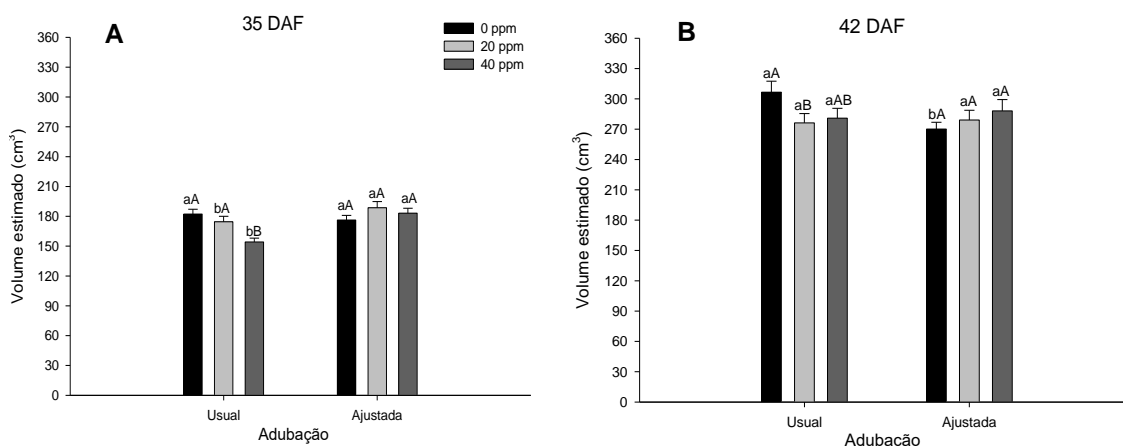
Fonte de variação	35 DAF	42 DAF	49 DAF	56 DAF	63 DAF	70 DAF	77 DAF	84 DAF	91 DAF	98 DAF
<b>Adubação (A)</b>	9.38**	1.50 <sup>ns</sup>	0.62 <sup>ns</sup>	2.29 <sup>ns</sup>	1.97 <sup>ns</sup>	2.35 <sup>ns</sup>	3.29 <sup>ns</sup>	4.95*	4.08*	5.32*
<b>Usual</b>	170.32 b	287.92	455.74	653.89	804.98	950.89	1005.92	1100.19 a	1141.22 a	1240.45 a
<b>Ajustada</b>	182.65 a	279.13	444.44	617.31	757.77	886.15	923.87	993.32 b	1036.21 b	1108.47 b
<b>Giberelina (G)</b>	3.89*	0.77 <sup>ns</sup>	2.512 <sup>ns</sup>	1.70 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>ns</sup>	1.22 <sup>ns</sup>	0.48 <sup>ns</sup>	0.40 <sup>ns</sup>	0.76 <sup>ns</sup>	0.92 <sup>ns</sup>
<b>0</b>	179.20 ab	288.40	471.31	663.97	806.35	956.12	993.56	1069.55	1129.25	1221.57
<b>20</b>	181.58 a	277.66	432.57	609.43	753.48	875.71	939.61	1017.98	1050.63	1126.45
<b>40</b>	168.67 b	284.51	446.38	633.41	784.28	923.73	961.51	1052.72	1086.27	1175.36
<b>A x G</b>	6.31**	3.77*	1.08 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>ns</sup>	1.12 <sup>ns</sup>	0.70 <sup>ns</sup>	1.17 <sup>ns</sup>	2.03 <sup>ns</sup>	1.56 <sup>ns</sup>	2.07 <sup>ns</sup>
<b>Adicional x Fatorial</b>	8.25*	7.28**	1.24 <sup>ns</sup>	1.43 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	0.61 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	15.75	15.69	18.57	21.72	24.14	25.56	26.17	26.83	26.88	27.82

DAF= Dias após florescimento; ns= não significativo; "\*" significância= 0.05; "\*\*" significância= 0.01 pelo teste de Tukey.

Os gráficos que representam a interação dos fatores (Figura 2), demonstram que em 35 DAF o fator adubação dentro de cada dose de giberelina apresenta superioridade para a adubação ajustada quando comparada com a usual, na dose de 20 e 40 ppm de giberelina (Figura 2A). Quando comparadas as doses de giberelina dentro de cada adubação, observa-se que para a adubação potássica usual, 0 e 20 ppm de giberelina foram superiores à dose de 40 ppm, já para a adubação potássica ajustada não houve diferença entre as doses de giberelinas.

Na interação apresentada aos 42 DAF (Figura 2B), desdobrando adubação dentro de cada dose de giberelina, é possível observar que a adubação usual apresentou superioridade em relação a adubação ajustada na ausência de giberelina. Já o fator dose de giberelina dentro de cada adubação, demonstra que a adubação usual apresenta valores de volume estimado de fruto superiores na ausência de giberelina em comparação à aplicação de 20 ppm, enquanto a dose de 40 ppm não difere dessas duas; para a adubação ajustada não houve diferença.

**Figura 2** - Volume estimado do fruto (cm<sup>3</sup>) de manga cv. Keitt, aos 35 DAF (A) e 42 DAF (B) no experimento 2 em função de diferentes estratégias para



desenvolvimento do fruto.

Letras minúsculas comparam a adubação dentro de cada dose de giberelina (ppm), e letras maiúsculas comparam as doses de giberelina dentro de cada adubação, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Há superioridade para o tratamento adubação usual x 0 ppm de giberelina nas duas datas, e na primeira data para adubação ajustada x 20 e 40 ppm de giberelina (Tabela 7).

**Tabela 7** - Comparativo do volume estimado (cm<sup>3</sup>) dos frutos cv. Keitt submetidas a diferentes estratégias de desenvolvimento do fruto, com a testemunha absoluta.

Tratamentos	35 DAF	42 DAF
UsualxG0	182.12*	306.64*
UsualxG20	174.55	276.25
UsualxG40	154.23	280.87
AjustadaxG0	176.21	270.16
AjustadaxG20	188.62*	279.08
AjustadaxG40	183.11*	288.16
Testemunha	161.19	257.96
DMS	18.16	32.34

Médias seguidas por “\*” diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5%.

O resumo da análise de variância demonstra que não houve efeito da adubação potássica ou giberelina para amido e carboidratos solúveis totais (Tabela 8). Para a variável sacarose, houve interação significativa entre os fatores, assim como para o tratamento adicional e fatorial.

**Tabela 8** - Resumo da análise de variância para amido, carboidratos solúveis totais e sacarose em folhas de mangueira cv. Keitt em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.

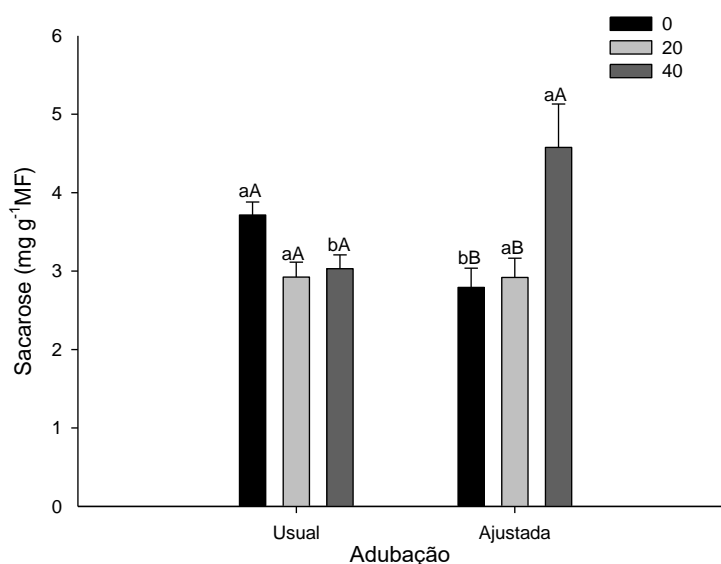
Fonte de variação	Amido µg g <sup>-1</sup> MF	Carboidratos solúveis totais µmol g <sup>-1</sup> MF	Sacarose mg g <sup>-1</sup> MF
<b>Adubação (A)</b>	0.64 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	1.18 <sup>ns</sup>
Usual	0.36	21.67	3.22
Ajustada	0.38	21.82	3.43
<b>Giberelina (G)</b>	2.50 <sup>ns</sup>	2.79 <sup>ns</sup>	7.35**
0	0.36	20.94	3.25 ab
20	0.41	21.15	2.92 b
40	0.33	23.13	3.80 a
<b>A x G</b>	0.99 <sup>ns</sup>	0.64 <sup>ns</sup>	14.43**
<b>Adicional x fatorial</b>	0.02 <sup>ns</sup>	1.27 <sup>ns</sup>	9.52**
<b>CV (%)</b>	16.01	8.73	24.02

ns= não significativo; “\*\*” significância= 0.05; “\*\*\*” significância= 0.01 pelo teste de Tukey.

A figura 3 representa a interação entre os fatores para a variável sacarose. Ao desdobrar a adubação dentro de cada dose de giberelina observa-se que a adubação usual apresentou superioridade em relação à ajustada para a dose 0 ppm de giberelina, enquanto a ajustada apresentou

superioridade para a dose 40 ppm. Da mesma forma que quando se desdobra dose de giberelina dentro de cada adubação, somente a adubação ajustada apresentou diferença, com superioridade para a de 40 ppm quando comparada com as demais doses.

**Figura 3** - Sacarose (mg g<sup>-1</sup> MF) em folhas de manga cv. Keitt, experimento 2 em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.



Letras minúsculas comparam a adubação dentro de cada dose de giberelina (ppm), e letras maiúsculas comparam as doses de giberelina dentro de cada adubação, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Para a interação entre os fatores e a testemunha (Tabela 9), observa-se superioridade para adubação potássica usual na ausência de giberelina, e adubação potássica ajustada na dose 40 ppm de giberelina.

**Tabela 9** - Comparativo de sacarose em folhas de mangueira cv. Keitt submetidas a diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto, com a testemunha absoluta.

Fonte de variação	Sacarose
Usual x G0	3.71*
Usual x G20	2.92
Usual x G40	3.03
Ajustada x G0	2.79
Ajustada x G20	2.92
Ajustada x G40	4.58*
Testemunha	2.55
<b>DMS</b>	<b>0.9783</b>

Médias seguidas por “\*” diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5%.

Quanto ao número de frutos (NF) não houve significância dos fatores isolados ou da interação destes (Tabela 10). Já o número de frutos para exportação apresentou interação significativa (Tabela 10).

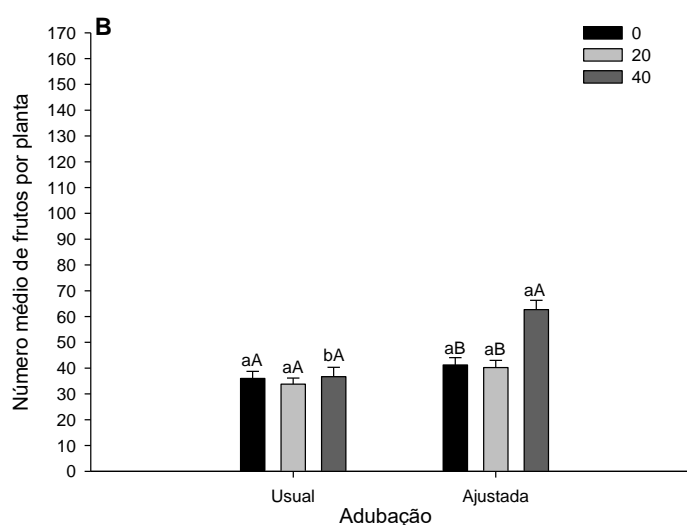
**Tabela 10** - Resumo da análise de variância para número de frutos (NF) de mangueira cv. Keitt para mercado interno e exportação, em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.

Fonte de variação	NF	
	Mercado interno	Exportação
<b>Adubação (A)</b>	0.56 <sup>ns</sup>	25.96 <sup>**</sup>
Usual	15.33	35.50 b
Ajustada	16.63	48.07 a
<b>Giberelina (G)</b>	1.25 <sup>ns</sup>	10.44 <sup>**</sup>
0	16.15	38.62 b
20	17.57	37.02 b
40	14.22	49.70 a
<b>A x G</b>	1.68 <sup>ns</sup>	7.44 <sup>**</sup>
<b>Adicional x fatorial</b>	1.25 <sup>ns</sup>	2.19 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	56.98	40.32

ns= não significativo; “\*” significância= 0.05; “\*\*\*” significância= 0.01 pelo teste de Tukey.

Para o número de frutos com padrão exportação (Figura 4), ao comparar a adubação dentro de cada dose de giberelina observa-se superioridade da adubação ajustada para a maior dose de giberelina. Comparando as doses de giberelina dentro de cada adubação, somente a adubação ajustada apresentou significância, com os maiores valores para a dose de 40 ppm de giberelina.

**Figura 4** - Número de frutos por planta de mangueira cv. Keitt destinado ao mercado de exportação.



Letras minúsculas comparam a adubação dentro de cada dose de giberelina (ppm), e letras maiúsculas comparam as doses de giberelina dentro de cada adubação, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A produção (Kg por planta) não apresentou significância para frutos com padrão de mercado interno. Já a produção de frutos para exportação apresentou interação significativa (Tabela 11).

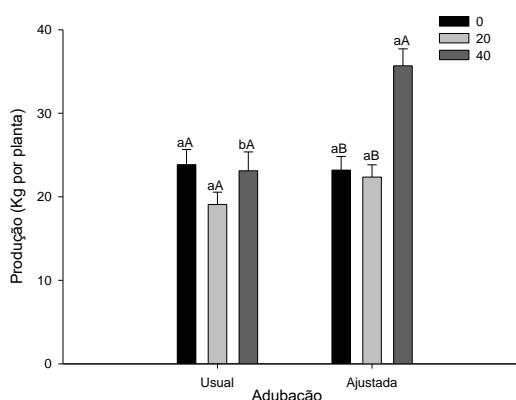
**Tabela 11** - Resumo da análise de variância para produção (Kg por planta) de mangueira cv. Keitt destinada ao mercado interno e exportação, em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.

Fonte de variação	Produção (Kg por planta) Mercado interno	Produção (Kg por planta) Exportação
<b>Adubação (A)</b>	3.21 <sup>ns</sup>	13.46 <sup>**</sup>
Usual	9.61	22.01 b
Ajustada	11.76	27.08 a
<b>Giberelina (G)</b>	1.55 <sup>ns</sup>	13.72 <sup>**</sup>
0	9.41	23.52 b
20	12.00	20.72 b
40	10.63	29.40 a
<b>A x G</b>	2.87 <sup>ns</sup>	8.06 <sup>**</sup>
<b>Adicional x fatorial</b>	1.38 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	60.248	37.786

ns= não significativo; “\*” significância= 0.05; “\*\*\*” significância= 0.01 pelo teste de Tukey.

A interação entre os fatores observada para produção de frutos destinados à exportação, é representada na figura 5. Ao desdobrar a adubação dentro de cada dose de giberelina, observa-se superioridade da adubação ajustada para a maior dose de giberelina. Comparando as doses de giberelina dentro de cada adubação, somente a adubação ajustada apresentou significância, com os maiores valores para a dose de 40 ppm de giberelina.

**Figura 5** - Produção (Kg por planta) de frutos de mangueira cv. Keitt destinados à exportação, no experimento 2 submetidas a diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.



Letras minúsculas comparam a adubação dentro de cada dose de giberelina (ppm), e letras maiúsculas comparam as doses de giberelina dentro de cada adubação, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Para a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) houve interação para os frutos destinados ao mercado de exportação (Tabela 12).

**Tabela 12** - Resumo da análise de variância para produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de frutos destinados ao mercado interno e externo de mangueira cv. Keitt destinada ao mercado interno e exportação, em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto.

Fonte de variação	Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) Merc interno	Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) Merc externo
<b>Adubação (A)</b>	3.16 <sup>ns</sup>	13.46**
Usual	8.00	18.34 b
Ajustada	9.80	22.57 a
<b>Giberelina (G)</b>	1.52 <sup>ns</sup>	13.72**
0	7.85	19.6 b
20	10.00	17.26 b
40	8.86	24.5 a
<b>A x G</b>	2.83 <sup>ns</sup>	8.06**
<b>Adicional x fatorial</b>	2.185 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	60.25	37.79

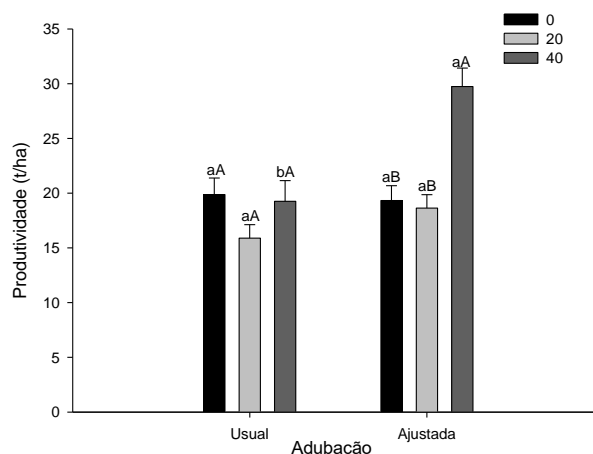
ns= não significativo; “\*” significância= 0.05; “\*\*\*” significância= 0.01 pelo teste de Tukey.

A figura 6 representa a interação entre os fatores estudados para a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ). Ao desdobrar a adubação dentro de cada dose de giberelina observa-se superioridade da adubação ajustada para a maior dose de giberelina. Comparando as doses de giberelina dentro de cada adubação,



somente a adubação ajustada apresentou significância, com os maiores valores para a dose de 40 ppm de giberelina.

**Figura 6** - Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de frutos de mangueira cv. Keitt destinados à exportação, no experimento 2 submetidas a diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto



Letras minúsculas comparam a adubação dentro de cada dose de giberelina (ppm), e letras maiúsculas comparam as doses de giberelina dentro de cada adubação, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

No volume estimado ( $cm^3$ ) dos frutos cv. Keitt em função de diferentes estratégias para desenvolvimento do fruto tabela 6, observou-se interação dos fatores estudados somente nas duas primeiras datas avaliadas, enquanto a adubação teve efeito isolado nas três últimas datas. Esses resultados evidenciam que a aplicação de K e  $AG_3$  resulta em aumento no volume do fruto, considerando que essa interação possa melhorar a qualidade devido o fornecimento adequado de nutrientes e a atuação da giberelina na divisão e alongamento celular, favorecendo a translocação de fotoassimilados, absorção de água e a deposição de nutrientes (PARAUHA; PANDEY, 2019).

## **CONCLUSÃO**

Os resultados deste estudo indicam que a aplicação do T6 – Adubação potássica ajustada e 40 ppm de giberelina em mangueira cv. Keitt, resulta num maior numero de frutos por planta, resultado de menor índice de abscisão de frutos e conseqüentemente em uma maior produtividade por hectare. Podemos constatar também que os tratamentos com reguladores de crescimento e adubação potássica ajustada apresentaram maior quantidade de frutos com calibre aceitável para o mercado de exportação estabelecida conforme o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2005) e menor quantidade para mercado interno que é um calibre maior advindo de problemas relacionado com abscisão de frutos.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, W.; TAHIR, F. M.; RAJWANA, I. A.; RAZA, S. A.; ASAD, H. U. Comparative evaluation of plant growth regulators for preventing premature fruit drop and improving fruit quality parameters in 'Dusehri' mango. *International Journal of Fruit Science*, v. 12, n. 4, p. 372-389, 2012.
- ANDRADE, J. E. E. S.; COSTA, P. G.; LEITE, Â. A. M. Análise da estratégia de operações na produção de manga para exportação. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, Maringá, v. 10, p. 115-136, 2017.
- BHAMARE, S. P.; PATEL, H. C.; SINGH, B. Effect of PGRs on reduction of fruit drop in mango cv. MALLIKA. *Asian Journal of Horticulture*, v. 9, n. 2, p. 510-511, 2014.
- BHOWMICK, N.; BANIK, B. C. Influence of pre-harvest foliar application of growth regulators and micronutrients on mango cv. Himsagar. *Indian Journal of Horticulture*, v. 68, n.1, p. 103-107, Mar 2011.
- CARNEIRO, M. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M. D.; OLDONI, F. C. A.; BARBOSA, K. D. S. Production and quality of mango fruits cv. Tommy atkins fertigated with potassium in semi-arid region. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, n. 5, 2018.
- CARVALHO, C.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; TREICHEL, M.; FILTER, C. F. *Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017*. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.
- BAIEA, M. H. M.; EL-SHARONY, T. F.; EL-MONEIM, E. A. A. Effect of different forms of potassium on growth, yield and fruit quality of mango cv. Hindi. *International Journal of ChemTech Research, Coden (USA)*, v. 8, n. 4, p. 1582-1587, 2015.
- CASTRO NETO, M.T.; REINHARDT, D.H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 1, p. 36-38, 2003.

COSTA, N.L.; DAROS, E.; MORAES, A. Utilização de bioestimulantes na cultura da canade-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). PUBVET, Londrina, v. 5, n. 22, Ed. 169, Art. 1137, 2011.

DUTTA, P.; AHMED, B.; KUNDU, S. Effect of different sources of potassium on yield, quality, and leaf mineral content of mango in west Bengal. Better Crops – South Ásia, p. 16-18, 2011.

GANESHAMURTHY, A.N.; SATISHA, G.C.; PATIL, P. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, v. 24, n. 1, p. 29-38, 2011.

HAGEMANN, M. H.; ROEMER, M. G.; KOFLER, J.; HEGELE, M.; WÜNSCHE, J. N. A new approach for analyzing and interpreting data on fruit drop in mango. HortScience, v. 49, n. 12, p. 1498-1505, 2014.

IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 05 de Mar 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

Leuschner, C., 2002. Air humidity as an ecological factor for woodland herbs: leaf water status, nutrient uptake, leaf anatomy, and productivity of eight species grown at low or high VPD levels. *Flora* 197, 262-274.

Li, C.-J., Bangerth, F., 1999. Autoinhibition of indoleacetic acid transport in the shoots of two-branched pea (*Pisum sativum*) plants and its relationship to correlative dominance. *Physiol. Plantarum* 106, 415-420.

Li, S.-H., Huguet, J.-G., Bussi, C., 1989a. Irrigation scheduling in a mature peach orchard using tensiometers and dendrometers. *Irrigation and Drainage Systems* 3, 1-12.

Li, S.-H., Huguet, J.-G., Schoch, P.G., Orlando, P., 1989b. Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. *J. Hort. Sci.* 64, 541-552.

Lovatt, C.J., 1997. Pollination biology and fruit set in avocado, Proceeding from Conference '97: Searching for Quality, Joint Meeting of the Australian Avocado Growers Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association, Inc., 23-26 September 1997, pp. 98-105.

Lu, P., Chako, E.K., 1997. Flowering behavior and subsequent productivity in mango. Annual Report. Aciar Project No. 9012. Australian Centre for International Agricultural Research, ACIAR, Canberra, 34.

Lu, P., Müller, W.J., Chacko, E.K., 2000. Spatial variations in xylem sap flux density in the trunk of orchard-grown, mature mango trees under changing soil water conditions. *Tree Physiol.* 20, 683-692.

McMichael, B.L., Jordan, W.R., Powell, R.D., 1972. An effect of water stress on ethylene production by intact cotton petioles. *Plant Physiol.* 49, 658-660.

Meland, M., 1998. Thinning apples and pears in a nordic climate. III. The effect of NAA, ethephon and lime sulfur on fruit set, yield and return bloom of three apple cultivars. *Acta Hort* 463, 517-525.

Menzel, C.M., Simpson, D.R., 1986. Effect of temperature on growth and flowering of Litchi ( *Litchi Chinensis* Sonn.) cultivars. *J. Hort. Sci.* 63, 349-360.

Monteith, J.L., 1995. A reinterpretation of stomatal responses to humidity. *Plant Cell Environ.* 18, 357-364.

Morgan, P.W., He, C.-J., De Greef, J.A., De Proft, M.P., 1990. Does water deficit stress promote ethylene synthesis by intact plants? *Plant Physiol.* 94, 1616-1624.

Mukherjee, S., 1953. The mango-its botany, cultivation, uses and future improvement, especially as observed in India. *Economic Botany* 7, 130-162.

Nagle, M., Mahayothee, B., Rungpichayapichet, P., Janjai, S., Müller, J., 2010. Effect of irrigation on near-infrared (NIR) based prediction of mango maturity. *Scientia Hort.* 125, 771774.

Naidu, G.M., Naidu, G.R., 2009. Marketing strategies for exporting mangoes and mango products from India. *Acta Hort* 820, 79-96.

Naqvi, S.S.M., Alam, S.M., Mumtaz, S., 1990. Effect of cobalt and silver ions and naphthaleneacetic acid on fruit retention in mango (*Mangifera indica* L.). *Aust. J. Exp. Agric.* 30, 433-435.

Normand, F., Lagier, S., Escoutes, J., Verdeil, J.-L., Mialet-Serra, I., 2009. Starch localisation in mango tree: Histological observations. *Acta Hort* 820, 245-250.

Notodimedjo, S., 2000. Effect of GA<sub>3</sub>, NAA and CPPU on fruit retention, yield and quality of mango (cv. 'Arumanis') in east java. *Acta Hort* 509, 587-600.

Nunez-Elisea, R., Davenport, T.L., 1983. Abscission and ethylene production in mango (*Mangifera indica* L.) fruit cv. Tommy Atkins. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 96, 186-188.

Nunez-Elisea, R., Davenport, T.L., 1986. Abscission of mango fruitlets as influenced by enhanced ethylene biosynthesis. *Plant Physiol.* 82, 991-994.

Nzima, M.D.S., Martin, G.C., Nishijima, C., 1999. Effect of fall defoliation and spring shading on shoot carbohydrate and growth parameters among individual branches of alternate bearing 'Kerman' pistachio trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124, 52-60

Oosthuyse, S.A., 1995. Effect of post-bloom aqueous spray application of GA<sub>3</sub>, NAA, and CPPU on fruit retention, fruit size and yield in Tommy Atkins and Heidi mango. *S.A. Mango Growers' Assoc. Yearbook* 15, 31-33.

Oosthuyse, S.A., 1997. Effect of KNO<sub>3</sub> sprays to flowering mango trees on fruit retention, fruit size, tree yield, and fruit quality. *Acta Hort* 455, 359-366.

Ortola, A.G., Monerri, C., Guardiola, J.L., 1998. Fruitlet age and inflorescence characteristics affect the thinning and the increase in fruitlet growth rate induced by auxin applications in citrus. *Acta Hort* 463, 501-508.

- Osborne, D.J., 1979. Target cells - new concepts for plant regulation in horticulture. *Scientia Hort.* 30, 1-13.
- Osborne, D.J., Morgan, P.W., 1989. Abscission. *Critical Reviews in Plant Sciences* 8, 103 - 129.
- Osborne, D.J., Sargent, J.A., 1976. The positional differentiation of ethylene-responsive cells in rachis abscission zones in leaves of *Sambucus nigra*; and their growth and ultrastructural changes at senescence and separation. *Planta* 130, 203-210.
- Pandey, R.M., 1989. Physiology of flowering in mango. *Acta Hort* 231, 361–380.
- Pandita, V., Jindal, K., 1991. Enzymatic and anatomical changes in abscission zone cells of apple fruits induced by ethephon. *Biologia Plantarum* 33, 20-25.
- Patrick, J.W., 1979. Auxin-promoted transport of metabolites in stems of *Phaseolus vulgaris* L.: Further studies on effects remote from the site of hormone application. *J. Exper. Bot.* 30, 1-13.
- Pavel, E.W., de Villiers, A.J., 2004. Responses of mango trees to reduced irrigation regimes. *Acta Hort* 646, 63-68.
- Pena, J., Mohyuddin, A., Wysoki, M., 1998. A review of the pest management situation in mango agroecosystems. *Phytoparasitica* 26, 129-148.
- Phan, M.V., 2005. Characterization of barren hills and perspectives for rehabilitation in Northern Vietnam, Institute for Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics. University Hohenheim, Stuttgart, Germany, pp. 1-149.
- Polito, V.S., Lavee, S., 1980. Anatomical and histochemical aspects of ethephon-induced leaf abscission in Olive (*Olea europaea* L.). *Bot. Gaz.* 141, 413-417.
- Ponce de Leon, G.L., Barbosa, M.C., Guillen, G.E., Garcia, I.V., Sepulveda, S.J., Hernandez, C.G., 2000. Advances in the development of early mango fruit. *Acta Hort* 509, 253-258.

Pongsomboon, W., Subhadrabandhu, S., Stephenson, R.A., 1997. Some aspects of the ecophysiology of flowering intensity of mango (*Mangifera Indica* L.) cv. Nam Dok Mai in a semi-tropical monsoon Asian climate. *Scientia Hort.* 70, 45-56.

Prakash, S., Ram, S., 1984. Naturally occurring auxins and inhibitor and their role in fruit growth and drop of mango 'Dashehari'. *Scientia Hort.* 22, 241-248.

Prenger, J., Ling, P., 2000. Greenhouse condensation control: understanding and using vapor pressure deficit (VPD), Fact Sheet (Series) AEX-804-01, Columbus, OH. p. 4. <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/0804.html>, date accessed: January 12, 2010.

Rademacher, W., 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 51, 501-531.

Ram, S., 1983. Hormonal control of fruit growth and fruit drop in mango cv. Dashehari. *Acta Hort* 134, 169-178.

Ram, S., Bist, L.D., Lakhanpal, S.C., Jamwal, I.S., 1976. Search for suitable pollinizers for mango cultivars. *Acta Hort* 57, 253-263.

Ram, S., Sirohi, S.C., Rathore, V.S., 1983. Naturally occurring cytokinins in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *Aust. J. Plant Physiol.* 10, 65-73.

Raphael, M.N., 2003. The Santa Ana winds of California. *Earth Interactions* 7, 1-13.

Rascio, N., Casadoro, G., Ramina, A., Masia, A., 1985. Structural and biochemical aspects of peach fruit abscission (*Prunus persica* L. Batsch). *Planta* 164, 1-11.

Rascio, N., Ramina, A., Masia, A., Carlotti, C., 1987. Leaf abscission in peach, *Prunus persica* (L.) Batsch: ultrastructural and biochemical aspects. *Bot. Gaz.* 148.



Ribeiro, S.M.R., Barbosa, L.C.A., Queiroz, J.H., Knödler, M., Schieber, A., 2008. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chemistry* 110, 620-626.

Roberts, J.A., Elliott, K.A., Gonzalez-Carranza, Z.H., 2002. Abscission, dehiscence, and other cell separation processes. *Annual Review of Plant Biology* 53, 131-158.

Roberts, J.A., Osborne, D.J., 1981. Auxin and the control of ethylene production during the development and senescence of leaves and fruits. *J. Exper. Bot.* 32, 875-887.

Roberts, J.A., Schindler, C.B., Tucker, G.A., 1984. Ethylene-promoted tomato flower abscission and the possible involvement of an inhibitor. *Planta* 160, 159-163.

Roberts, J.A., Whitelaw, C.A., Gonzalez-Carranza, Z.H., McManus, M.T., 2000. Cell separation processes in plants- models, mechanisms and manipulation. *Ann. Bot.* 86, 223-235.

PARAUHA, S.; PANDEY, S. K. Influence of plant growth regulators and nutrients on fruit retention, yield and quality attributes of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 8, n. 2, p. 550-555, 2019.