



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

Renata Araujo e Amariz

**FENPROPIMORFE COMO INIBIDOR DE GIBERELINA EM MANGUEIRA
'TOMMY ATKINS' NO SEMIÁRIDO**

Petrolina-PE
2020

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

Renata Araujo e Amariz

**FENPROPIMORFE COMO INIBIDOR DE GIBERELINA EM MANGUEIRA
'TOMMY ATKINS' NO SEMIÁRIDO**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco -UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como requisito da obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante
Coorientador: Daniel de Almeida Carreiro

Petrolina-PE
2020

A485f Amariz, Renata Araujo e
Fenpropimorfe como inibidor de giberelina em Mangueira 'Tommy
Atkins' no semiárido / Renata Araujo e Amariz. - Petrolina, 2020.

XIII, 39 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Agrônômica) - Universidade Federal do Vale do São Francisco,
Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Referências.

1. Manga Tommy. 2. Plantas - reguladores. 3. Semiárido. I.
Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecária: Ana Cleide Lucio CRB – 4 / 2064

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

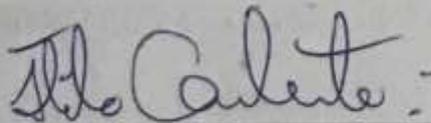
RENATA ARAUJO E AMARIZ

FENPROPIMORFE COMO INIBIDOR DE GIBERELINA EM
MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' NO SEMIÁRIDO

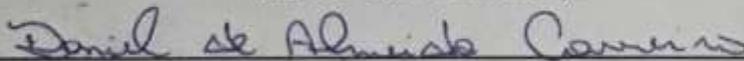
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônoma, pela
Universidade Federal do Vale do São
Francisco.

Aprovado em: 09 de JANEIRO de 2020

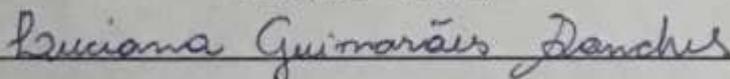
Banca Examinadora



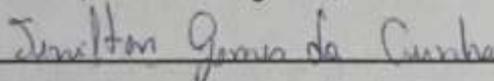
(Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, Professor Doutor da Universidade Federal do Vale do São Francisco).



(Daniel de Almeida Carreiro, Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Campina Grande)



(Luciana Guimarães Sanches, Cientista Agrária, Instituto Federal do Maranhão)



(Jenilton Gomes da Cunha, Mestre, Universidade Federal do Vale do São Francisco)

*A DEUS e a minha família: Painho, Mainha, Fabiano,
Isabela, Diógenes, Simone e Maria Luiza.*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ser tão perfeito e fiel. Por me sustentar no Seu amor e por tantas bênçãos. Obrigada Senhor, por tantas maravilhas. Por nunca me abandonar e se fazer sempre presente. Por me dar forças e não permitir que desistisse quando pensava que não podia mais. Obrigada por permitir que esse sonho se realiza-se. Obrigada minha mãe Maria Santíssima, por toda a proteção e cuidado. Obrigada por me guiar a Cristo.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF pela oportunidade de cursar Engenharia Agrônômica. Obrigada!

A fazenda Aja Agrícola por conceder a área experimental para o desenvolvimento do experimento.

Ao Central de Análises de Fármacos, Medicamentos e Alimentos (CAFMA) da UNIVASF, na pessoa da professora Dr.^a Larissa Araújo Rolim e Msc. Isabela Araujo e Amariz, ao Laboratório de Fisiologia Vegetal (LAFIVE) da Univasf, aqui representado na pessoa da professor Dr.^a Marcelle de Almeida da Silva e ao Laboratório de Análises de Planta e Solo (LAPS) da UNIVASF, na pessoa do professor Dr. Marcos Sales Rodrigues e do professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima, que gentilmente cederam os laboratórios, tempo e disposição para ajudar na realização de partes das análises.

Ao meu pai, Antônio Renato, um sertanejo apaixonado, que com seu jeito particular me ensinou a amar a terra e perseverar diante das intempéries da vida, moldando a pessoa que sou e a profissional que quero ser. A minha mãe, Maria de Lourdes, a mulher mais guerreira e batalhadora que conheço, por ser o meu maior exemplo de amor, luta, garra, caráter, coragem e trabalho; por ter feito tantos sacrifícios para a realização dos meus sonhos; por ser o meu grande orgulho. Vocês são a minha vida. Minha base, minha fortaleza, o meu porto seguro. Eu os amo infinitamente e incondicionalmente!

A minha irmã Isabela, por ser minha inspiração científica e grande amiga. Por estar comigo em todos os momentos e querer sempre o meu melhor. Ao meu irmão Fabiano, pelo homem trabalhador e honrado que é. Por ter me dado o presente mais lindo, minha sobrinha Maria Luiza, que é a alegria da nossa família e minha cunhada maravilhosa, Simone. Amo muito vocês!

Ao meu namorado, Diógenes, por todo o amor, apoio, cuidado, incentivo e por ser tão presente mesmo com a distância. Obrigada por estar comigo em todos os momentos. Te amo!

Ao meu orientador e pai científico, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, por acreditar e apostar em mim, quando ainda caloura e cheia de sonhos. Obrigada por todos os ensinamentos, conselhos, broncas e exemplo de profissional.

A Daniel de Almeida Carreiro, por todo o apoio durante o desenvolvimento desse trabalho e da minha jornada acadêmica. Obrigada pela compreensão nos momentos

difíceis, por me socorrer diversas vezes, pelas brincadeiras e descontração no campo e no laboratório. Obrigada por ser esse coorientador e amigo maravilhoso! Muito obrigada por tudo.

Aos melhores amigos que eu poderia encontrar durante a minha caminhada: Talison Sousa, Álfef Frankclen e Leticia Yonara, Obrigada por compartilharem as noites mal dormidas, as madrugadas de estudos, os almoços no RU, as alegrias, as tristezas, as provações, as superações, as resenhas e as doses. Obrigada por tornarem o fardo mais leve e a caminhada mais fácil. Levarei vocês para toda a vida. Amo vocês !

A todos os amigos que a Engenharia Agrônômica me deu, em especial o meu AgroD. Amanda Esdras, Livya Nery, Jadson Araujo, Camila Borges, Larissa Silva, Mayanne Mendes, Valdisia Celestino, Larissa Flávia e Bianca Bruno. Obrigada por escreverem comigo essa parte da minha história.

A minha amiga Jacyara pela Irmandade. Por tantos conselhos, palavras amigas e por não desistir de mim quando eu dizia que não podia sair por conta das coisas da faculdade. Obrigada!

Aos meus amigos do grupo de pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco, FRUTVASF, que compartilharam comigo perrengues científicos e momentos marcantes. Laiane Eugênia, Alana Juliete, Wendell Brito, Jackson Lobo, Raí Nascimento, Tullyus Rubens, Guilherme Neves, Jeferson Cavacini, Pedro Modesto, Maria Poliana.

A Jenilton Gomes da Cunha, por me auxiliar durante o início da minha trajetória científica. Por ter tido paciência com minhas agunias no juízo e me ajudado em diversos momentos. Pelos momentos de alegria compartilhados, mas também pelas partes difíceis na caminhada.

A Luciana Sanches por todo o suporte e contribuição durante todo o desenvolvimento desse trabalho. Obrigada pela atenção, cuidado e preocupação comigo, e pelos conselhos enquanto fazíamos as leituras no espectrofotômetro.

A todo o CEAGRO pela formação profissional que me proporcionaram, em especial aos professores Daniel Mariano Leite, Neiton Machado, Júlio César de Melo, Márkila Zunete Beckman, Jerônimo Borel e Marcelle Almeida por todos os conhecimentos e experiências passadas, além da preocupação e atenção extra classe.

E a todos que em algum momento e de alguma forma me ajudaram na construção desse trabalho e da pessoa que sou hoje.

“É na certeza do que se escolheu que a vida acontece!”

Vai dar tudo certo!

RESUMO

A utilização de inibidores da biossíntese de giberelina para a paralisação do crescimento vegetativo e conseqüente controle da uniformidade de floração constitui uma importante técnica para o manejo floral da mangueira em condições tropicais. O paclobutrazol (PBZ), é a única molécula registrada para esse fim, apresentando desvantagens como alta persistência no solo e na planta, podendo causar contaminação ambiental e compactação de panícula. Novas alternativas para essa molécula são importantes sendo o fenpropimorfe uma morfolina com efeito potencial. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do fenpropimorfe no crescimento, acúmulo de compostos orgânicos, biossíntese de ácido giberélico e florescimento de mangueira 'Tommy Atkins' cultivada no semiárido. Foi instalado um experimento em delineamento em blocos casualizados, arranjo fatorial 5 x 4, com quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos foram: i) concentrações de fenpropimorfe: 0 (testemunha); 0,7; 1,0 e 1,3 g de i.a. de fenpropimorfe por metro linear de diâmetro de copa, usando como fonte o produto comercial Versatilis® mais um tratamento com paclobutrazol (PBZ) utilizando como fonte o produto comercial Cultar® e ii) dias após aplicação dos tratamentos: (0, 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos tratamentos – DAAT). Foram avaliados carboidratos foliares, amido e comprimento dos ramos, ácido giberélico nas gemas e florescimento. Os tratamentos influenciaram significativamente o comprimento de ramo e florescimento, enquanto os dias após aplicação dos tratamentos influenciaram comprimento de ramo e carboidratos foliares, com a interação entre os fatores sendo significativa para o ácido giberélico e comprimento do ramo. As doses de 0,7, 1 e 1,3 g de fenpropimorfe por metro linear de diâmetro de copa foram eficiente para a inibição da biossíntese de ácido giberélico, contudo mais estudos devem ser definidos para ajuste da dose em conjunto com a estratégia de maturação de ramos.

Palavras-chaves: *Mangifera indica* L., regulador de crescimento, morfolina

ABSTRACT

The use of gibberellin biosynthesis inhibitors to stop vegetative growth and consequent control of flowering uniformity is an important technique for the floral management of mango in tropical conditions. Paclobutrazol (PBZ) is the only molecule registered for this purpose, presenting disadvantages such as high persistence in soil and plant, which may cause environmental contamination and compression of panicle. New alternatives to this molecule are important with fenpropimorph being a morpholine with potential effect. The objective of this work was to evaluate the effects of fenpropimorph on growth, accumulation of organic compounds, gibberellic acid biosynthesis and flowering of mango 'Tommy Atkins' grown in the semiarid. A randomized block design experiment with a 5 x 4 factorial arrangement with four replications and five plants per plot was installed. The treatments were: i) fenpropimorph concentrations: 0 (control); 0.7; 1.0 and 1.3 g ai of fenpropimorph per linear meter of canopy diameter using the commercial product Versatilis® plus a paclobutrazol (PBZ) treatment using the commercial product Cultar® as source and ii) days after application of the treatments : (0, 30, 60 and 90 days after application of treatments - DAAT). Leaf carbohydrates, starch and branch length, gibberellic acid in buds and flowering were evaluated. Treatments significantly influenced branch length and flowering, while days after treatments influenced branch length and leaf carbohydrates, with the interaction between factors being significant for gibberellic acid and branch length. The 0.7, 1 and 1.3 g dose of fenpropimorph per linear meter of canopy was effective for inhibiting gibberellic acid biosynthesis, however further studies should be defined for dose adjustment in conjunction with the branch maturation strategy.

Key-words: *Mangifera indica* L., growth regulator, morpholine

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação, temperatura mínima, máxima e média, radiação solar global e umidade relativa do ar mensais registrados durante a realização do experimento. Petrolina-PE.....21
- Figura 2.** Coleta de folhas e ramo (A) e coleta de gemas (B) em plantas de mangueira 'Tommy Atkins' na fazenda Aja Agrícola, Petrolina-PE.....23
- Figura 3.** Identificação do ramo em mangueira 'Tommy Atkins' na fazenda Aja Agrícola, Petrolina-PE.....25
- Figura 4.** Teores de carboidratos solúveis totais foliares (mg g^{-1}) em mangueira 'Tommy Atkins' em função dos dias após aplicação dos tratamentos.....28
- Figura 5.** Cromatograma do padrão de ácido giberélico analisado no comprimento de onda de 206 nm.....29
- Figura 6.** Cromatograma das amostras contendo o ácido giberélico analisado no comprimento de onda de 206nm.....30
- Figura 7.** Teor de ácido giberélico (mg mg^{-1}) de gemas de mangueira 'Tommy Atkins' em função de doses de fenpropimorfe e paclobutrazol em diferentes dias após aplicação dos tratamentos.....31
- Figura 8.** Comprimento de ramo (cm) de mangueira 'Tommy Atkins' em função de doses de fenpropimorfe e paclobutrazol em diferentes dias após aplicação dos tratamentos.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química e textural do solo cultivado com mangueira 'Tommy Atkins' antes da instalação do experimento.....	21
Tabela 2. Sistema gradiente utilizado nas análises por CLAE-DAD.....	24
Tabela 3. Análise de variância para Amido, Carboidratos, Comprimento de ramo, Ácido giberélico e Florescimento de mangueira 'Tommy Atkins' em função dos tratamentos e dias após aplicação dos tratamentos.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 A CULTURA DA MANGUEIRA.....	15
2.2 MANEJO DE INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA.....	16
2.3 INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE GIBERELINA.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das frutíferas tropicais de maior importância social e econômica para o Brasil. A produção brasileira de manga no ano de 2018 foi de 1.319.296 toneladas, das quais 515.118 toneladas, corresponderam ao total produzido na microrregião geográfica do polo Juazeiro-BA/Petrolina-PE (IBGE, 2019). O Vale do São Francisco foi responsável pela exportação de aproximadamente 148,34 mil toneladas de manga em 2018 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018), sendo assim a mais importante região para a mangicultura nacional.

No Vale do São Francisco a utilização de técnicas de manejo específico de floração (SIQUEIRA et al., 2008a), como a poda, o uso de reguladores vegetais, a redução da lâmina de irrigação (MOUCO, 2008), a maturação de ramos (CAVALCANTE et al., 2018) e o uso de sais de nitrato (SILVA et al., 2015) permite a escalonamento da produção e obtenção de elevadas produtividades, com frutos que atendem o padrão de qualidade de mercados como a União Europeia e os Estados Unidos (ARAÚJO et al., 2017).

Quando cultivada em condições tropicais, a mangueira tende a ter elevada biossíntese de giberelinas (SANDIP et al., 2015) favorecendo o crescimento vegetativo e conseqüentemente suprimindo a floração, sendo que nesse sentido, torna-se indispensável o uso de reguladores vegetais que juntamente com a redução da lâmina de irrigação inibem o crescimento vegetativo promovendo a maturação do ramo (MOUCO, 2008; RAMIREZ; DAVENPORT, 2010).

Atualmente, o paclobutrazol (PBZ) é a única molécula registrada para a inibição da síntese de giberelinas na cultura da mangueira (AGROFIT, 2019), sendo que seu uso prolongado pode prejudicar o equilíbrio da microbiota e, em consequência, a fertilidade do solo (SILVA; VIEIRA, 2001), além de altas doses acarretarem em compactação das panículas (MOUCO, 2008), que favorece a ocorrência de problemas fitossanitários e redução da produtividade. Nesse sentido, há necessidade de diversificação de potenciais moléculas inibidoras de giberelina especialmente direcionadas à mangueira.

Uma molécula que apresenta potencial para o uso no manejo floral da mangueira é o fenpropimorfe, uma morfolina usada como fungicida que atua sobre a rota de biossíntese das membranas celulares e que possui a capacidade de inibir a

biossíntese de ergosterol de fungos (CARLILE, 2006), podendo interferir na biossíntese de esterol e/ou giberelinas em algumas espécies vegetais (RAMOUTAR et al., 2010).

Nesse sentido e mediante o exposto, a comprovação da funcionalidade do fenpropimorfe como inibidor de biossíntese de giberelinas na mangueira constitui um avanço à sustentabilidade da mangicultura, não apenas praticada no Brasil, mas também em outros países que adotam o PBZ como única opção comercial de regulador para o sistema produtivo da mangueira.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do fenpropimorfe no crescimento, acúmulo de compostos orgânicos, biossíntese de ácido giberélico e florescimento de mangueira 'Tommy Atkins' cultivada no semiárido.

2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA MANGUEIRA

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à classe das Dicotiledôneas e à família Anacardiaceae, sendo que o gênero *Mangifera* inclui cerca de 60 espécies, das quais a *M. indica* é a mais importante, embora existam outras espécies que produzam frutos comestíveis, como a *M. altíssima*, *M. caesia*, *M. lagenifera*, *M. macrocarpa*, *M. odorata* e *M. sylvatica* (SANTOS-SEREJO, 2005). É originária do sudoeste da Ásia, tendo sido domesticada há mais de 6.000 anos.

Introduzida pelos portugueses no século XVI, o Brasil foi o primeiro país das Américas a cultivar a mangueira sendo todas da raça indochinesa (poliembriônicas), enquanto que cultivares da raça indiana (monoembriônicas) chegaram somente em 1960 oriundas da Flórida, local considerado como centro secundário de diversidade genética da mangueira, estimulando a produção brasileira com as cultivares Haden, Palmer, Tommy Atkins, Keitt e Kent (SIQUEIRA et al., 2019).

A manga é a fruta fresca responsável pela maior arrecadação nas exportações brasileiras, gerando US\$ 177,3 milhões com a venda de 170,5 mil toneladas em 2018, no qual a região do Vale do São Francisco responde por 87% do comércio internacional anual dessa fruta (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018). Sétimo maior produtor mundial de manga, o Brasil produziu em 2018 um total de

1.319.296 toneladas, sendo Petrolina-PE e Juazeiro-BA responsáveis por 39,04% dessa produção, com 366.750 e 148.368 toneladas, respectivamente (IBGE, 2019).

A região do Vale do São Francisco destaca-se na produção de manga por apresentar condições climáticas favoráveis ao cultivo, que associadas a técnicas específicas de manejo de floração, mão-de-obra disponível, extensa área cultivada e alta produtividade, permite o escalonamento da produção e elevada qualidade do fruto atingindo diferentes mercados (MOUCO, 2008). As variedades de mangueira mais cultivadas na região são 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Keitt', 'Kent', 'Haden' e 'Rosa' (MOUCO, 2010).

Estima-se que 30% da área de manga colhida no Vale do São Francisco seja da variedade Tommy Atkins (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018), que apresenta características favoráveis para cultivo e comercialização, como facilidade para indução floral em época quente, resistência dos frutos a danos mecânicos possibilitando o transporte para mercados distantes, longa vida de prateleira, coloração atraente do fruto, polpa doce e pouca fibra (PINTO et al., 2002; FURLANETO, 2015).

2.2 MANEJO DE INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA

A floração da mangueira ocorre pela interação entre fatores endógenos da planta e exógenos (ambiente) que regulam a iniciação e indução dos brotos (DAVENPORT; NUNEZ-ELISEA, 1997). A iniciação é o primeiro evento da floração e caracteriza-se pela quebra da dormência da gema e rápido desenvolvimento do broto, enquanto que a indução irá determinar se a brotação será vegetativa, reprodutiva ou mista (ALBUQUERQUE et al., 2002). Essa indução ocorre através da interação entre o promotor florigênico (PF), sintetizado nas folhas e enviado via floema para os botões apicais, e o promotor vegetativo (PV), que pode ser uma giberelina ou estar associado a via da síntese da giberelina, ambos regulados pela temperatura (RAMIREZ; DAVENPORT, 2010; DAVENPORT; NUNEZ-ELISEA, 1997; DAVENPORT, 2007). A razão entre os dois promotores definirá o tipo de ramo a ser formado, de forma que, alta relação PF/PV induz a formação de ramos reprodutivos e baixa relação induz ramos vegetativos, enquanto que níveis intermediários formam ramos mistos.

Dessa forma, a temperatura apresenta-se como um fator importante no processo de floração, pois em condições de baixas temperaturas como em regiões

subtropicais, ocorre uma paralisação no crescimento vegetativo favorecendo a diferenciação celular nas gemas dos ramos maduros devido ao incremento na relação promotor florigênico e vegetativo, formando ramos reprodutivos (ALBUQUERQUE et al., 2002; RAMIREZ; DAVENPORT, 2010). Em condições tropicais, o tipo de broto a ser produzido deve-se a idade do último fluxo, de forma que quanto mais maduro for o ramo, maior a possibilidade de a brotação ser floral (DAVENPORT, 2003). Entretanto, nessas regiões o crescimento e desenvolvimento da mangueira é desuniforme, sendo possível encontrar em uma mesma planta flores, frutos e ramos em repouso (DAVENPORT; NUNEZ-ELISEA, 1997; RAMIREZ; DAVENPORT, 2010). Assim, a utilização de técnicas específicas que contribuam para uma uniformização do florescimento são necessárias.

A poda sincroniza a emissão de novos fluxos, fazendo com que ocorram de uma só vez ao longo do dossel, estando todos no mesmo estágio fisiológico de desenvolvimento. Além disso, remove fatores inibidores de crescimento e flores em caules derivados da estação anterior, como também estimula o desenvolvimento das brotações laterais, aumentando de cinco a dez vezes o número total de hastes produtivas, e conseqüentemente o rendimento potencial de produção (DAVENPORT, 2007).

A mangueira é uma espécie que possui acentuada produção de giberelinas, especialmente quando cultivada em clima tropical (SANDIP et al., 2015). Quando em altos níveis, esse fitormônio promove alongamento e distensão celular estimulando o crescimento vegetativo em detrimento da floração (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). Dessa forma, para a produção comercial dessa cultura em condições tropicais, tem-se adotado o uso de inibidores da biossíntese de giberelina (MOUCO, 2008).

A redução da lâmina de irrigação evita a emissão de novos fluxos vegetativos, acelerando a maturação e uniformidade dos ramos, e leva os brotos a uma maior idade acumulada, favorecendo o acúmulo do estímulo floral e fotoassimilados e a redução do nível do promotor vegetativo (SANTOS, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2017; RAMIREZ; DAVENPORT, 2010). Ademais, o meristema apical, sob condições de estresse hídrico, torna-se mais sensível a baixos níveis de estímulos florais, sendo mais responsivos a fatores endógenos promotores de brotação ou aplicação de produtos com mesma função (ALBUQUERQUE et al., 2002). É importante destacar que o estresse hídrico por si só não induz a floração, mas sim a idade do último fluxo impactado pela duração do estresse (RAMIREZ; DAVENPORT, 2010).

Aliada ao estresse hídrico, a aplicação de sulfatos no período anterior a indução floral, estimula a maturação dos ramos, de forma que em ramos bem maturados são observadas folhas com coloração verde intensa e com epinastia, gemas robustas, intumescida e curva, com exsudação de látex evidenciando acúmulo de carboidrato (SIQUEIRA et al., 2019). Os carboidratos acumulados são fonte de energia para a iniciação floral, além de sinalizarem as células na mudança da atividade vegetativa para a reprodutiva (TAIZ; ZEIGER, 2017). Cavalcante et al. (2018) avaliando o efeito da aplicação de bioestimulantes na maturação de ramos de mangueira 'Palmer' no semiárido, observaram que a estratégia de maturação da parte aérea influencia diretamente as concentrações de carboidrato, nitrogênio, enxofre e potássio nas folhas e a produção de frutos, de forma que no tratamento controle (sem aplicação) não houve produção de frutos.

A aplicação dos sais de nitrato provoca a quebra da dormência das gemas, primeiro evento da floração (LITZ, 2009), favorecendo a uniformização da florada e aumento do número de panículas (ADAM, 1986). Isso ocorre devido ao nitrato induzir a atividade da enzima nitrato redutase, que desencadeia a síntese de metionina, aminoácido precursor do etileno e que estimula a diferenciação floral em ramos fisiologicamente maduros (BONDAD, 1989; SILVA, 2006).

Fatores nutricionais e hormonais também influenciam a floração da mangueira devido a sensibilização de processos fisiológicos (MURTI; UPRETI 2000; UPRETI et al., 2013). Assim, a manipulação bioquímica e fisiológica dos eventos e controle do florescimento, através de técnicas como a poda, estresse hídrico, uso de reguladores de crescimento e sais de nitrato, tem sido importantes para a regularidade da floração e escalonamento da produção (UPRETI et al., 2013; SILVA et al., 2015).

2.3 INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE GIBERELINA

A utilização de retardadores de crescimento vegetativo tem sido um importante elemento para a produção em escala comercial de várias culturas (UPRETI et al., 2013), pois evitando a brotação excessiva pode-se induzir à floração e frutificação precoce em plantas jovens (RADEMACHER, 2004; MOUCO, 2008). Dentre os retardadores vegetais tem-se os triazóis, os compostos quaternários e as morfolinás (RADEMACHER, 1995).

Os triazóis são fungicidas sistêmicos amplamente utilizados, no qual algumas moléculas possuem a propriedade de atuar como reguladores de crescimento (KISHOREKUMAR et al., 2007). Esse grupo de reguladores vegetais inibem a síntese das giberelinas (SINGH, 2001), pelo bloqueio da passagem do caureno a GA₁₂-aldeído, que é catalisado por monoxigenases (MOUCO, 2008). Além de paralisar o crescimento vegetativo, os triazóis podem incrementar o tamanho dos frutos (PENTER et al., 2000), como também estimular ou inibir formação de raízes, alterar a anatomia das folhas e o teor de carboidratos (VIVANCO; FLORES, 2000), aumentar o teor de clorofila e a síntese de citocinina (JALEEL et al., 2007; DAVENPORT, 2007). Nesse grupo encontram-se o paclobutrazol (PBZ) e o uniconazol (UCZ).

O UCZ [(1E)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il)pent-1-en-3-ol] tem estrutura em anel contendo três átomos de nitrogênio, clorofenil e cadeias laterais de carbono (FLETCHER et al. 1990). Silva et al. (2015) estudando a eficiência de diferentes concentrações dessa molécula em mangueira 'Palmer' na região do Vale do São Francisco, constataram que a aplicação via solo de 6 g L⁻¹ por planta inibiu o crescimento dos ramos e promoveu maior floração.

O PBZ [(2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol] é o composto mais utilizado na floração da mangueira em condições semiáridas tropicais (KULKARNI, 2004). É absorvido através das raízes, tecidos dos ramos e folhagens (BURONDKAR; GUNJATE, 1993), sendo móvel no xilema com transporte orientado pela corrente de transpiração (FERRARI; SARGENT, 1996). Segundo Siqueira et al. (2008b) as folhas das plantas tratadas com PBZ apresentam coloração verde escura mais intensa e aumento do número de flores hermafroditas na panícula permitindo maior frutificação (SINGH, 2001).

O composto quaternário, cloreto de chlormequat (CCC) (cloreto de 2-cloroetil trimetilamônio), é um regulador vegetal que, na biossíntese da giberelina, inibe a conversão de geranyl geranyl difostato para o caureno (MOUCO, 2008). Amplamente utilizado na cultura da pereira (*Pyrus communis*) de 1980 a 2000, o cloreto de chlormequat começou a ser testado e estudado na mangueira. Mouco (2008) avaliando o efeito dessa molécula na floração da mangueira 'Tommy Atkins' observou que o CCC reduziu o comprimento do primeiro ramo vegetativo. Tahir et al. (2002) estudando pulverizações com CCC, daminozide e PBZ, a 1000 mg L⁻¹ em mangueira, comprovaram redução na frequência de emissão de fluxos vegetativos quando comparado ao controle.

Apesar de serem eficientes para o manejo da floração, os compostos apresentados anteriormente apresentam algumas desvantagens. O PBZ é biocida devido seu alto poder residual no solo advindo da sua baixa solubilidade (YESHITELA et al., 2004), assim como o CCC que apresenta resíduos nos frutos (MOUCO, 2008). Além disso, o PBZ e o UCZ, quando aplicados em altas doses podem causar compactação das inflorescências favorecendo a incidência de pragas e doenças (MOUCO, 2008). Assim, novas moléculas devem ser estudadas como alternativas para inibição da biossíntese de giberelina na cultura da mangueira.

Logo, o Fenpropimorfe {(RS)-cis-4-[3-(4-tert-butylphenyl)-2-methylpropyl]-2,6-dimethyl morpholine} apresenta-se como uma molécula potencial para regulação do crescimento, pois pertence à classe dos fungicidas morfolinas (MARCIREAU et al., 1990) inibindo o ergosterol em duas fases metabólicas tendo efeito prolongado quando comparado aos triazóis (CARLILE, 2006). Marcireau et al. (1990) estudando o efeito da aplicação do fenpropimorfe na biossíntese de esteróis e no crescimento de *Saccharomyces cerevisiae*, comprovaram que o efeito fungistático do fenpropimorfe é a inibição específica na biossíntese do ergosterol levando a interrupção da proliferação celular na fase G do ciclo celular. Ramoutar et al. (2010) observaram efeito potencial dessa molécula na biossíntese de esterol e/ou giberelinas em grama (*Poa annua* L.).

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizadas mangueiras (*Mangifera indica* L.) 'Tommy Atkins' no primeiro ciclo produtivo e com vigor uniforme.

O experimento foi desenvolvido durante o período de setembro de 2018 a fevereiro de 2019, em pomar localizado na fazenda Aja Agrícola, situada no povoado de Pedrinhas, Petrolina (9° 09' S de latitude, 40° 22' O de longitude e uma altitude média de 365,5 m acima do nível do mar), Pernambuco, Brasil. O clima da região é classificado como BSh, com precipitação média anual inferior a 500 mm, caracterizando-a como uma região semiárida (ALVARES et al., 2013). Durante a execução do experimento, os dados meteorológicos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura, radiação solar global e umidade relativa do ar foram registrados a partir da estação meteorológica automática da UNIVASF, instalada no Campus de Ciências Agrárias (LABMET) (Figura 1).

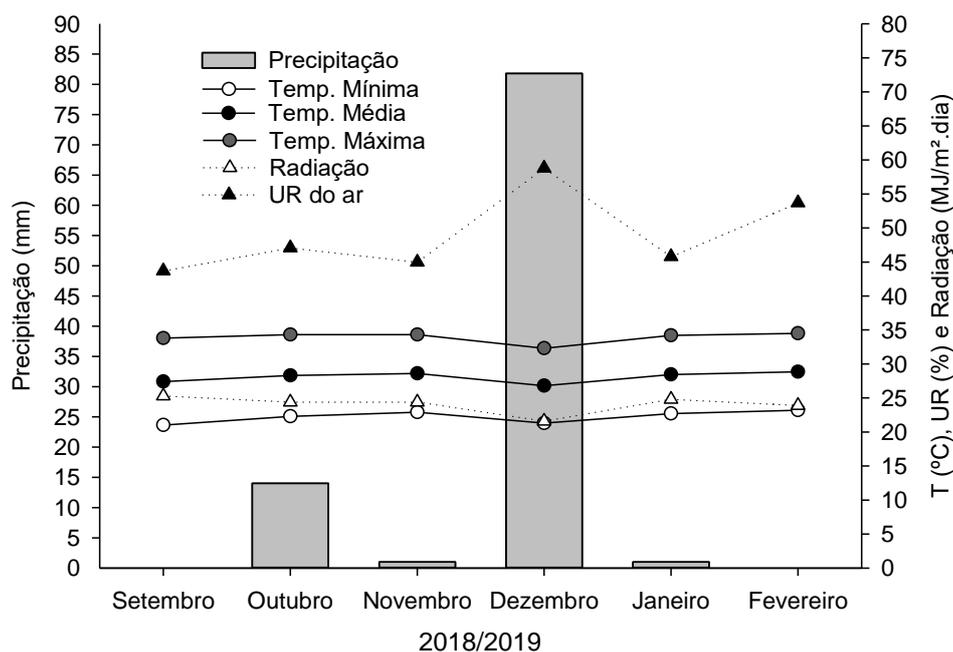


Figura 1. Precipitação, temperatura mínima, máxima e média, radiação solar global e umidade relativa do ar registrados durante a realização do experimento. Petrolina-PE.

Para caracterização inicial da área, foram coletadas amostras de solo antes da aplicação dos tratamentos para análise química e textural (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e textural do solo cultivado com mangueira 'Tommy Atkins' antes da instalação do experimento.

Camada	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB
cm	(H ₂ O)	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³			
0-20	7,24	1,23	1,74	0,13	4,05	2,06	0,00	7,98
20-40	7,26	5,95	1,41	0,13	3,59	2,11	0,00	7,24
Camada	MO	AF	AH	HU	Areia	Silte	Argila	Textura
cm		g kg ⁻¹			dag kg ⁻¹			
0-20	14	2,41	1,44	10,42	68,65	14,25	17,1	Franco arenosa
20-40	15,1	1,63	1,12	9,99	67,78	17,12	15,1	Franco arenosa

SB: Soma de bases; MO: Matéria orgânica; AF: Ácido fúlvico; AH: Ácido húmico; HU: Humina;

As plantas estavam dispostas em um espaçamento de 4 m entre plantas e 6 m entre linhas, irrigadas diariamente pelo sistema localizado de microaspersão com vazão de 56 L/h. As práticas culturais foram realizadas conforme recomendação 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), quanto a

podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial 4 x 4 +1, com quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os tratamentos consistiram em: testemunha, três doses de fenpropimorfe, 0,7; 1,0 e 1,3 g de fenpropimorfe por metro linear de diâmetro de copa, usando como fonte o produto comercial Versatilis® (75% i.a), mais um tratamento adicional com paclobutrazol (1,0 g por metro linear de diâmetro de copa) utilizando como fonte o produto comercial Cultar® 250 SC (25% i.a). Para mensuração dos efeitos dos tratamentos foram realizadas avaliações aos 0, 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos mesmos.

A definição dos tratamentos foi feita considerando as demandas e alterações fisiológicas que ocorrem durante a fase entre a inibição e síntese de giberelinas e a indução floral, um período de aproximadamente 90 dias, conforme manejo preconizado por Genú e Pinto (2002).

As doses de fenpropimorfe foram calculadas por metro linear de diâmetro de copa tomando como parâmetro a recomendação para o PBZ especificamente para a cultura da mangueira (Cultar® 250 SC, 2007). A aplicação dos tratamentos foi realizada em 11 de setembro de 2018, aos 99 dias após a poda de produção, sendo realizada por meio de diluição dos produtos comerciais Versatilis® e do Cultar® em recipiente contendo dois litros de água, juntamente com 10 mL Soil-Plex® Fert (ácido fulvico), e distribuídas em torno do tronco das plantas em um raio de aproximadamente 50 cm.

A fase de maturação de ramos foi iniciada aos 43 dias após a aplicação dos tratamentos, constituindo de oito aplicações de sulfato de potássio (K_2SO_4) (1%) + fertilizante comercial Bulk® a 0,15% (K^+ solúvel em água 12%, carbono orgânico 9,87%, aminoácidos 20%, surfactante aniônico e extrato de leveduras) em intervalos semanais. O manejo de estresse hídrico ocorreu concomitantemente à fase de maturação de ramos, a lâmina de irrigação foi reduzida em 66,6% aos 43 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo que aos 62 dias a lâmina estava com redução de 33,3% prosseguindo até o momento de indução floral. A indução floral foi iniciada aos 105 dias após a aplicação dos tratamentos e incluiu 3 aplicações de nitrato de potássio (KNO_3^-) (2,5%) + ácido bórico H_3BO_3 (0,05%) e 8 aplicações de nitrato de cálcio ($CaNO_3^-$) + ácido bórico H_3BO_3 (0,05%) em intervalos de seis dias.

Amostras de folhas e ramos do último fluxo vegetativo das plantas foram coletadas aos 0, 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos tratamentos. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em caixas térmicas com gelo sendo conduzidas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF para quantificação dos teores de carboidratos solúveis totais foliares, seguindo a metodologia descrita por Dubois et al. (1956) e amido solúvel em ramos (Figura 2A), segundo metodologia de Neves et al. (2005).



Figura 2. Coleta de folhas e ramo (A) e coleta de gemas (B) em plantas de mangueira 'Tommy Atkins' na fazenda Aja Agrícola, Petrolina-PE.

Para quantificação de ácido giberélico (GA3) nas gemas, o material foi coletado e envolto em papel alumínio, sendo imediatamente congelado em nitrogênio líquido, e posteriormente armazenado sob refrigeração a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento da análise, sendo realizada conforme metodologia adaptada Macías et al. (2014) (Figura 2B). Para esta quantificação foi utilizado um cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplada a arranjo de diodo (CLAE-DAD) Shimadzu® (Modelo LC-20) equipado com um sistema quaternário de bombas modelo LC - 20A DVP, degaseificador modelo DGU - 20A, detector PDA modelo SPD - 20AVP, forno modelo CTO - 20ASVP, injetor automático modelo SIL - 20ADVP e controlador modelo SCL - 20AVP controlado por software LC-Solution® versão 1.0 (Shimadzu®, Japão).

A análise das amostras foi realizada nas seguintes condições cromatográficas: coluna C18 com dimensões de 150 x 4,6 mm e tamanho de partícula de 2,7 μm (Poroshell®, Agilent®); a fase móvel composta por um gradiente de solventes, sendo

A: água ultrapurificada + ácido fórmico 0,1% e B: Metanol, seguindo o gradiente descrito na Tabela 2, com fluxo de 0,1 mL/min e a temperatura da coluna foi mantida constante em 23°C durante toda a análise.

Tabela 2. Sistema gradiente utilizado nas análises por CLAE-DAD.

Tempo (min)	A – solução aquosa de ácido fórmico 0,1% (%)	B - Metanol (%)
0	61,3	38,7
18	60	40
20	61,3	38,7
35	61,3	38,7

As amostras foram injetadas com 10µL e monitoradas em 206 nm. Para determinação qualitativa de ácido giberélico foi analisada a substância química de referência na concentração de 200 µg/mL (SigmaAldrich®, pureza ≥ 98%), enquanto que a determinação quantitativa do ácido giberélico foi obtida uma curva de calibração com soluções da substância química de referência nas concentrações de: 250 a 1250 µg/mL solubilizadas em metanol, em triplicata, cuja equação da reta foi $y = 5129,2.x - 66727$ e $R^2 = 0,98$. A identificação foi realizada a partir da comparação dos tempos de retenção e do espectro de absorção no ultravioleta das amostras com a substância química de referência. Os dados foram obtidos pelo software Shimadzu® LC solution 1.0 (Japão) e analisados pelo OriginPro® 8.0 (EUA).

Para avaliação do crescimento dos ramos, foi marcado o último fluxo vegetativo de dez ramos por plantas (Figura 3), distribuídos em todos os quadrantes da copa, e estes foram medidos por meio de fita métrica. A uniformidade de florescimento (%), foi avaliada através da contagem de todos os ramos produtivos da planta e das panículas, sendo obtida através da razão entre número de panículas/número de ramos por planta.



Figura 3. Identificação do ramo em mangueira 'Tommy Atkins' na fazenda Aja Agrícola, Petrolina-PE.

A análise estatística foi realizada no software R (R CORE TEAM, 2018). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo que havendo significância, foi utilizado teste de médias Tukey ($p < 0,05$) para comparação dos tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, observa-se que os tratamentos (TRAT) influenciaram significativamente as variáveis comprimento de ramos e florescimento, enquanto os dias após aplicação dos tratamentos (DAAT) tiveram influência significativa sobre o comprimento de ramos e carboidratos solúveis totais foliares, com a interação entre os fatores sendo significativa para comprimento de ramos e ácido giberélico (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância (valor 'F') para amido, carboidratos, comprimento de ramo, giberelina e florescimento de mangueira 'Tommy Atkins' em função dos tratamentos e dias após aplicação dos tratamentos.

FV	Variáveis				
	Amido	Carboidratos	Comprimento de ramo	Ácido giberélico	Florescimento
	$\mu\text{g g}^{-1}$	$\mu\text{mol.g}^{-1}$	cm	mg mg^{-1}	(%)
BLOCO	2,94*	1,09 ^{ns}	2,54 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,48 ^{ns}
TRAT	0,77 ^{ns}	1,08 ^{ns}	14,04**	1,88 ^{ns}	58,42**
0	3,90	184,54	26,00	202,87	0,08b
0,7	3,64	203,73	25,41	188,58	0,93b
1,0	3,93	193,65	26,67	216,01	0,45b
1,3	3,21	196,89	30,33	200,64	0,11b
PBZ	3,79	214,79	20,14	195,84	17,84a
DAAT	2,26 ^{ns}	6,33**	51,43**	2,54 ^{ns}	***
0	3,87	190,95	19,29	229,89	
30	3,20	211,03	21,39	221,86	
60	3,48	224,53	30,92	162,57	
90	4,22	168,37	31,24	188,83	
TRAT x DAAT	0,50 ^{ns}	1,78 ^{ns}	2,54**	2,20**	
CV (%)	36,11	21,90	15,19	50,01	52,61

^{ns}: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ***: Dado sem repetição, análise realizada em uma única data, não havendo comparação entre DAAT; CV%: coeficiente de variação

Os teores de amido no ramo não apresentaram efeito significativo para os fatores estudados, corroborando com os encontrados por Oliveira et al. (2018) que estudando o efeito de diferentes doses de paclobutrazol em mangueira 'Ubá' não encontraram diferença estatística para os teores de amido foliar.

Observando-se as médias entre os dias após aplicação dos tratamentos, que não apresentaram diferença significativa, consta-se que aos 90 dias após aplicação dos tratamentos (90 DAAT), período que antecede a indução floral, houve um maior acúmulo de amido (Tabela 3). Esse composto orgânico apresenta-se como a reserva básica de carboidratos sendo acumulado nos cloroplastos ou amiloplastos das folhas fotossintetizantes (AMARAL et al., 2007). Nos cloroplastos, o amido é produzido durante o período fotossintético, sendo rapidamente metabolizado durante o período noturno (BECK; ZIEGLER, 1989). Conforme relatado por Abdel Rahim et al. (2011), o aumento do amido é vital para a indução floral, pois o acúmulo desse carboidrato de reserva no ápice da parte aérea, está associado com a sinalização do estímulo floral

(PRASAD et al., 2014), cuja ausência pode resultar na falta de floração em muitas das cultivares comerciais de manga (DAVENPORT, 2009).

Esse acúmulo de amido pode ser impedido pelas giberelinas, pois essas promovem sua quebra (JACOBSEN; CHANDLER, 1987), devido estarem diretamente ligadas na indução da expressão do gene da α -amilase, tendo sido demonstrado que o GA₃ aumenta o nível de mRNA a ser traduzido em α -amilase (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essa enzima está ligada ao processo de mobilização do amido, sendo responsável pela quebra de ligações do tipo α (1,4) internas ao polissacarídeo, formando maltodextrinas (oligossacarídeos), que serão degradadas em maltose, pela ação de exo-glucanases ou da exo-enzima β -amilase, a partir do final não redutor do glucano (AMARAL et al., 2007). Segundo os mesmos autores, as α (1,6)-glucanases específicas degradam os oligossacarídeos ramificados (não atacados pela α -amilase) liberando maltose, que é então hidrolisado a glucose pela α -glucosidase.

Assim, o aumento no teor de amido aos 90 dias pode ser consequência de declínio no conteúdo de ácido giberélicos até os 60 DAAT, corroborando com o relato de Upreti et al. (2013). Ademais, por não apresentar diferença significativa, observa-se que o fenpropimorfe possui comportamento semelhante para o acúmulo de amido em ramos quando comparado ao paclobutrazol.

Em relação ao teor de carboidratos solúveis totais foliares, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos estudados, apresentando efeito significativo apenas para o fator dias após aplicação dos tratamentos (Tabela 3), sendo o maior valor encontrado aos 60 DAAT não diferindo estatisticamente de 0 DAAT e 30 DAAT, com 90 DAAT apresentando resultado inferior (Figura 4). Nota-se que entre os 0 DAAT e 60 DAAT houve um incremento nos teores de carboidratos foliares, tendo apresentado um pico de 224,53 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ aos 60 DAAT, ou seja, um aumento de 17,59% em relação ao teor inicial, com posterior decréscimo aos 90 DAAT. Cavalcante et al. (2018) avaliando o uso de um bioestimulante de plantas contendo *Ascophyllum nodosum* para induzir a maturação da parte aérea da manga cv. Palmer cultivada em ambiente semi-árido observaram valores semelhantes ao do presente trabalho, além de que demonstrar alta influência da estratégia de maturação nos teores de carboidratos.

Os carboidratos são importantes fontes energéticas para o crescimento vegetativo da planta e aumento de massa seca, sendo bastante requeridos para o florescimento (CRUZ et al., 2007), devendo-se manter os níveis adequados para tal

evento. Mudo (2018) avaliando estratégias de maturação de ramos na mesma variedade estudada no presente trabalho, observou decréscimo dos teores de carboidratos foliares na fase entre 60 e 90 dias após a aplicação do PBZ, o que mostra uma tendência de utilização desses compostos pela planta para o processo de florescimento.

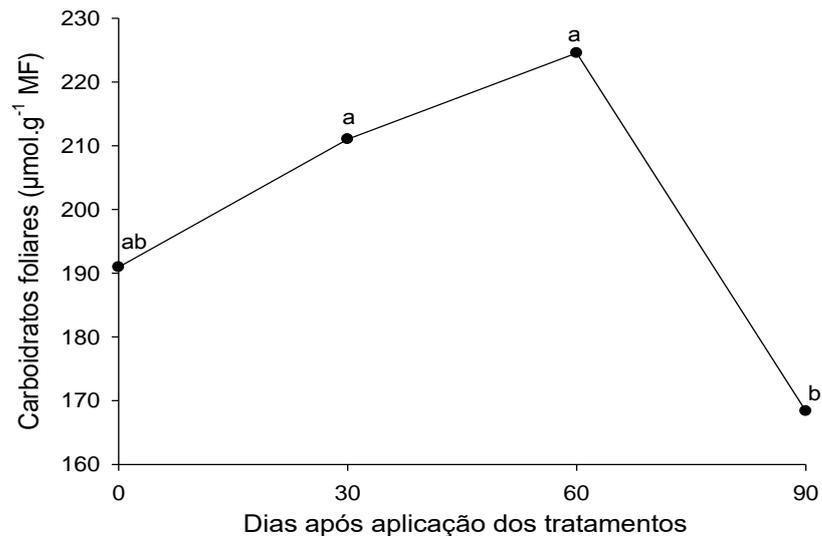


Figura 4. Teores de carboidratos solúveis totais foliares ($\mu\text{mol.g}^{-1}$ MF) em mangueira 'Tommy Atkins' em função dos dias após aplicação dos tratamentos.

O acúmulo de carboidratos na folha após a aplicação de inibidores da biossíntese de giberelina e durante a fase de maturação de ramos na mangueira deve-se a diminuição no investimento de carbono para o crescimento vegetativo resultando no aumento do teor de açúcar solúvel (WIELAND; WAMPLE, 1985). O decréscimo de carboidratos aos 90 dias pode ser devido a translocação/mobilização dos açúcares solúveis das folhas para os brotos em desenvolvimento (CORBESIER et al., 1998), sendo que o acúmulo destes permite uma sensibilização do metabolismo da planta para induzir uma resposta floral (UPRETI et al., 2013). Além disso, esse decréscimo pode ser devido a redução da lâmina de irrigação, pois em situações de estresse as plantas param de produzir fotoassimilados e começam a consumir o que já tem armazenado (ALMEIDA et al., 2015), pois os carboidratos tendem a mitigar o estresse sofrido, promovendo o ajustamento osmótico e conferindo resistência a dessecação das células (HASSANEIN et al., 2009).

Upreti et al. (2014) avaliando o efeito do paclobutrazol nas alterações dos carboidratos e nas enzimas associadas a iniciação floral da manga 'Totapuri' observaram incremento nos teores de carboidratos após a aplicação, sendo tal comportamento devido a inibição da biossíntese da ácido giberélico pelo regulador, pois esse hormônio promove a quebra de carboidratos para o crescimento. Sendo assim, baixos níveis de giberelinas podem contribuir com níveis elevados de carboidratos.

Em relação a variável ácido giberélico a análise cromatográfica permite determinar o perfil cromatográfico das amostras, sendo possível identificar e quantificar o ácido giberélico presente nas amostras de manga. Essa quantificação, foi feita a partir da comparação dos espectros de absorção na região do ultravioleta-visível obtido na análise com os espectros encontrados na literatura, tendo sido realizada em teor de giberelinas totais com base na equação da reta foi $y = 5129,2x - 66727$, em que x corresponde a concentração e o y a intensidade em área relativa do pico do cromatograma. O resultado do perfil cromatográfico do padrão ácido giberélico está representado na Figura 5 e o perfil cromatográfico está representado na Figura 6.

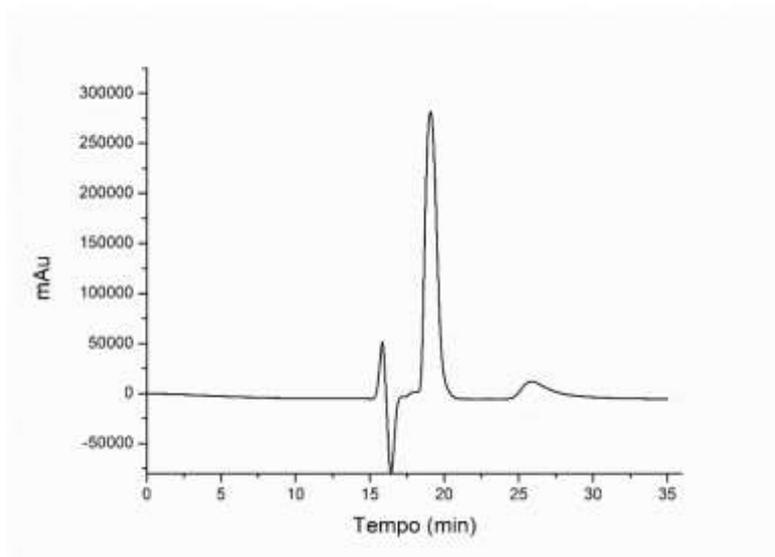


Figura 5 . Cromatograma do padrão de ácido giberélico analisado no comprimento de onda de 206 nm.

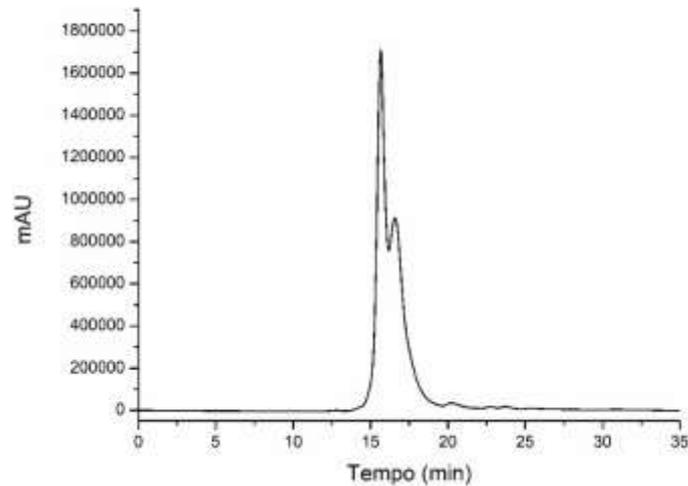


Figura 6. Cromatograma das amostras contendo o ácido giberélico analisado no comprimento de onda de 206 nm.

O perfil cromatográfico da amostra demonstrou a presença de picos majoritários nos tempos de retenção de 15,0 min e 20,0 min e apresentou picos de absorção máxima (λ máx) em 206 nm. Assim, foi possível identificar a presença da giberelina nas amostras. Os valores descritos na Tabela 2 demonstram o teor de ácido giberélico em mg por grama da amostra.

As giberelinas apresentaram interação significativa entre os tratamentos e dias após aplicação dos tratamentos (Tabela 3), sendo que aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, o maior conteúdo foi encontrado na testemunha com valor de 0,53 mg mg⁻¹ com as médias das demais doses não diferindo entre si (Figura 7). A testemunha, aos 90 DAAT apresentou um teor de giberelina 481,81% superior ao tratamento que obteve menor média, o PBZ.

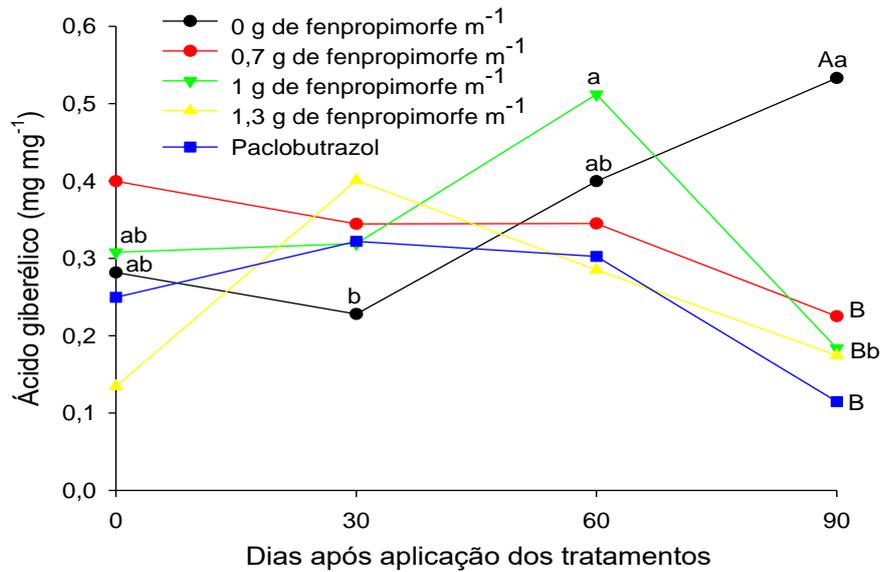


Figura 7. Teor de ácido giberélico (mg mg^{-1}) de gemas de mangueira 'Tommy Atkins' em função de doses de fenpropimorfe e paclobutrazol em diferentes datas após a aplicação.

Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada data de avaliação, letras minúsculas comparam dias após aplicação dos tratamentos dentro de cada tratamento.

Quando a mangueira é exposta a temperaturas elevadas (30°C dia/ 25°C noite) há indução a produção de brotos vegetativos, sendo esses, fontes ricas de auxinas e giberelinas, enquanto que a manutenção de baixas temperaturas (18°C dia/ 10°C noite), há produção de brotos reprodutivos (DAVENPORT, 2000). Dessa forma, o aumento pronunciado do teor de giberelina para o tratamento testemunha aos 90 DAAT pode estar relacionado com as elevadas temperaturas, características da região do estudo (Figura 1).

Analisando a Figura 7, observa-se que aos 90 DAAT, quanto maior a dose de fenpropimorfe menor o conteúdo de giberelina. Além disso, os tratamentos com fenpropimorfe não diferiram estatisticamente do tratamento com PBZ, demonstrando o potencial do fenpropimorfe para uso no manejo floral da mangueira, visto que a indução floral no semiárido inicia em torno de 90 dias após a aplicação de inibidores da biossíntese da giberelina (GENÚ; PINTO, 2002; CAVALCANTE et al., 2018). A GA_{12} é a precursora de todas as giberelinas, e é formada a partir da oxidação do GA_{12} -aldeído, sendo as monoxigenases as enzimas envolvidas e que empregam o citocromo P450 em suas reações (TAIZ et al, 2017). O fenpropimorfe inibe as monoxigenases P450 interferindo especificamente o estágio antes do GA_{12} -aldeído na biossíntese da giberelina (JOHANSEN et al., 2007).

A variável comprimento de ramos apresentou interação significativa entre os fatores avaliados. Aos 0 e 30 DAAT os tratamentos não diferiram entre si, dentro das datas e nos tratamentos. Aos 90 DAAT, o paclobutrazol foi o tratamento que proporcionou a menor média (Figura 8), tendo um crescimento 59,06% inferior à testemunha, sendo que os demais tratamentos foram estatisticamente iguais. O segundo melhor tratamento foi o de 0,7 g de fenpropimorfe, no qual o crescimento foi 45,35% superior ao PBZ. Os valores obtidos até a dose de 1,0 g m⁻¹ são inferiores aos relatados por Silva (2019) em mangueira 'Keitt' na mesma região de estudo trabalhando com o paclobutrazol.

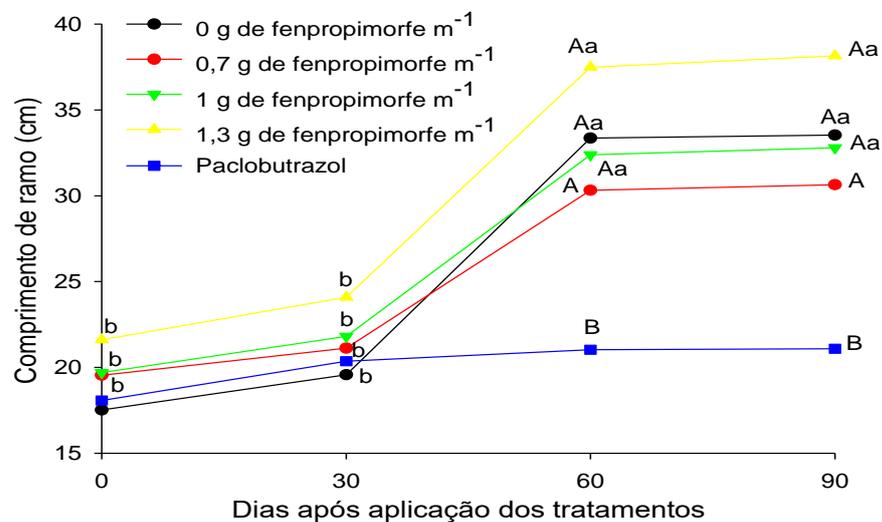


Figura 8. Comprimento de ramo (cm) de mangueira 'Tommy Atkins' em função de doses de fenpropimorfe e paclobutrazol em diferentes dias após aplicação dos tratamentos.

Letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada data de avaliação, letras minúsculas comparam dias após aplicação dos tratamentos dentro de cada tratamento.

Mouco et al. (2011) avaliando o efeito da aplicação via foliar de prohexadione-Ca, etil-trinexapac e cloreto de chlormequat, e via solo, paclobutrazol, no controle do crescimento vegetativo em mangueira 'Kent' observaram resultados semelhantes ao presente estudo, de forma que o tratamento com a aplicação do PBZ via solo, associado com uma pulverização de ProCa, na dose de 1,5g i.a. planta⁻¹ foi o que apresentou menor comprimento de ramos e que os tratamento não se obteve diferença significativa em relação ao controle, exceto o TrixE1 (1,0 g i.a. planta⁻¹). O paclobutrazol reduz o comprimento dos ramos, pois atua na inibição da biossíntese da giberelina, interferindo em três etapas da rota de oxidação do caureno: formação

do ent-caurenol, ent-caurenal e ácido ent-caurenico pela inibição da enzima caurenol oxidase (KERBAUY, 2004).

Apesar de não diferir estatisticamente, observa-se que a partir dos 30 dias após a aplicação dos tratamentos, as plantas que receberam as doses de 0,7 g e 1,0 g de fenpropimorfe por metro linear de diâmetro de copa apresentaram menores médias que a testemunha absoluta (Tabela 3). Aos 90 DAAT a testemunha apresentou um crescimento 9,43% e 2,22% superior às doses de 0,7 g e 1 g de fenpropimorfe, respectivamente. Dessa forma há evidências de que a fenpropimorfe pode atuar a biossíntese de giberelina, devido à redução no comprimento dos ramos quando comparada com a testemunha, pois essa morfolina é um fungicida integrante do grupo dos inibidores da desmetilação (DMIs), sendo o seu modo de ação a inibição da isoenzima P450 (JOHANSEN et al., 2007), uma monoxigenase envolvida na biossíntese da giberelina. (TAIZ et al., 2017).

Ademais, observa-se que dos 60 aos 90 DAAT os tratamentos não diferiram em função dos dias após aplicação dos tratamentos, mantendo um crescimento quase que constante. Isso pode estar relacionado com a combinação do efeito da aplicação do regulador de crescimento com o início do estresse hídrico, pois segundo Albuquerque et al. (2002) o estresse hídrico aliado as elevadas temperaturas registradas na região semiárida, bem como o uso de reguladores inibidores da biossíntese de giberelina, promovem a redução da emissão de fluxos vegetativos. Além disso, essa constância no crescimento pode estar relacionado com a maturação de ramos, pois na etapa que antecede a indução floral as folhas e ramos funcionam como estruturas drenos, reduzindo o crescimento vegetativo (PIMENTEL, 1998), que é determinado pelo transporte de açúcares da fonte para o dreno através do floema (CAVALCANTE et al., 2018).

Observando-se a uniformidade de florescimento tem-se que os tratamentos apresentaram diferença significativa, sendo que as plantas que receberam o PBZ apresentaram um maior índice de florescimento, 17,84%. Isso pode ter relação com o fato de que, aos 90 DAAT, as plantas que receberam as doses de PBZ foram as que apresentaram o menor teor de giberelina e uma maior quantidade de carboidratos solúveis totais, favorecendo o florescimento, contudo observa-se que o fenpropimorfe também inibiu a síntese de ácido giberélico quando comparado a testemunha, porém pode não ter sido suficiente para a expressão do promotor florigênico. Abdel Rahim et al. (2008) e Chen (1987) relataram anteriormente que redução no teor de giberelinas

favorecem a formação de brotos florais em mangueira, podendo estar relacionada com a redução do comprimento intermodal e/ou acúmulo de carboidratos favorecido pelo declínio do conteúdo de giberelinas.

As giberelinas apresentam-se em inúmeros tipos, sendo GA₁, GA₃, GA₄ e GA₇, as mais bioativas, e compartilhando a mesma rota biossintética (GAO et al., 2017). Upreti et al. (2013) avaliando as relações hormonais associadas à indução floral em manga após o tratamento com paclobutrazol, encontraram GA₄ seguido por GA₃, GA₇ e GA₁ nos brotos e folhas de árvores não tratadas com paclobutrazol, com altos níveis dessas giberelinas nos brotos. Dessa forma, o paclobutrazol atua na inibição não apenas da GA₃, mas de outras giberelinas. Segundo os mesmos autores há um momento específico para a redução de cada tipo de giberelina afim de que o florescimento ocorra, sendo o decréscimo da GA₁ necessário para a preparação dos botões florais e os decréscimos de GA₃, GA₄ e GA₇, para a iniciação das gemas. Sendo assim, o fenpropimorfe foi eficiente na redução da GA₃, mas pode não ter efeito sobre as demais giberelinas.

Outros fatores estão relacionados com a produção dos botões florais na manga, tais como o aumento de ácido abscísico (ABA) e citocininas no momento da quebra da dormência das gemas (UPRETI et al., 2013). Os referidos autores, estudando o efeito do paclobutrazol nas relações hormonais associadas à indução floral em manga verificaram que altos níveis de ABA induzem a quebra da dormência dos brotos e ajudam na formação dos brotos florais da mangueira, encontrando, também, correlação entre os teores de ABA e a relação carboidrato/nitrogênio, supondo a possibilidade de dependência da mobilização de carboidratos pelo ácido abscísico. Ademais, esses autores reportam ainda que altos níveis de citocinina atuam positivamente na indução do botão floral indução através da regulação do processo de divisão celular, pois as citocininas são estimuladores desse processo.

Apesar das plantas tratadas com as doses de fenpropimorfe terem apresentado índices muito baixos e não diferido entre si, observa-se que no momento da indução floral (90 DAAT), teve-se se acúmulo de carboidratos foliares, amido no ramo e baixos níveis endógenos de ácido giberélico, condições importantes para o florescimento (DAVENPORT, 2007). Assim, outros fatores podem ter influenciado a resposta negativa, como a maturidade do ramo inadequado (NÚNEZ-ELISEA; DAVENPORT, 1995). Ademais, os baixos níveis endógenos de ácido giberélico podem não ter sido suficientes para a promoção do promotor florigênico e

consequente diferenciação floral, necessitando de mais estudos para ajustamento de doses.

5. CONCLUSÕES

Fenpropimorfe é eficiente na inibição da biossíntese de giberelina GA₃ aos 90 dias após sua aplicação nas doses de 0,7, 1,0 e 1,3g de fenpropimorfe por metro linear de diâmetro de copa.

O fenpropimorfe de forma isolada não possui efeito sobre o acúmulo de compostos orgânicos e florescimento.

Mais estudos devem ser desenvolvidos para ajuste da dose, associada a estratégia de maturação de ramos para que possa ser utilizada para na cultura da mangueira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL RAHIM, A. O. S.; ELAMIN, O. M.; BANGERTH, F. K. Effects of paclobutrazol (PBZ) on floral induction and associated hormonal and metabolic changes of biennially bearing mango (*Mangifera indica* L.) cultivars during off year. **Journal of Agricultural and biological Science**, v. 6, n. 2, p. 55-67, 2011.

ADAM, C.S. Off-season flowering response of mango cultivars to potassium nitrate. **Acta Hort.** v.175, p.277–280, 1986.

AGROFIT. Site Ministério da Agricultura e Pecuária. URL: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso: em 01 de novembro de 2019.

ALBUQUERQUE, J. A. S; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. D. C. Indução floral. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2002.

ALMEIDA, E.I.B. et al. Ecofisiologia de mangueiras “Tommy Atkins” submetidas a diferentes regimes hídricos e disponibilidade de luz, **Revista Agro@ambiente Online**, v. 9, n. 3, p,251-260, 2015.

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

AMARAL, L.I.V.D. et al. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. **Hoehnea**, v. 34, n. 4, p. 425-431, 2007.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 96p.

ARAÚJO, D. O.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. v. 10, Ed. Especial, p. 51-73, 2017.

BECK, E.; ZIEGLER, P. Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 40: 95-117, 1989.

BONDAD, N. D. The Mango Specially As Observed in the Philippines. **Rex Book Store**, Philippines. 1989.

BURONDKAR, M. M.; GUNJATE, R. T. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in "Alphonso" mango with paclobutrazol. **Acta Horticulturae, Leuven**, n. 341, p. 206-215, 1993.

CARLILE, W. R. Pesticides selectivity, health and the environment. Cambridge: **Cambridge University Press**. 2006. 326p.

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.

CHEN, W.S. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. **Journal of the American Society Horticulturae of Science**, v.112, n.2, p.360-363, 1987.

CORBESIER, L.; LEJEUNE, P.; BERNIER, G. The role of carbohydrates in the induction of flowering in *Arabidopsis thaliana*: comparison between the wild type and a starchless mutant. **Planta**, v. 206, p. 131–137. 1998

CRUZ, M. D. C. M. DA. et al. Teores de carboidratos em limeiras ácidas 'Tahiti' tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 222227, 2007.

CULTAR® 250 SC. São Paulo: 2007. Bula de defensivo agrícola. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/cultar_250_sc.pdf?token=1531853245>. Acesso em 19 de novembro de 2019.

DAVENPORT, T. L.; NUÑEZ-ELISEA, R.; Reproductive Phisiology. In: LITZ, R.E.(Ed.). **The Mango**. New York: R. Litz.. p. 69-121, 1997.

DAVENPORT, T. L. Management of flowering in three tropical and subtropical fruit tree species. **HortScience**. v. 38, n. 8, p. 1331-1335, 2003.

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

DAVENPORT, T.L. Reproductive physiology, pp. 97–169. In: R.E. Litz (ed.). **The mango: Botany, production and uses**. CAB International, Wallington Oxon, UK. 2009.

DAVENPORT, T. L.; PEARCE, D. W.; ROOD, S. B. Correlation of endogenous gibberellic acid with initiation of mango shoot growth. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 19, n. 4, p. 445-452, 2000.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

FERRARI, D. F.; SERGENT, E. A. promoção de la floración y frutificación en mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Haden, com paclobutrazol. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 22, p. 9-17, 1996.

FLETCHER, R. A. Improvement of uniconazole-induced protection in wheat seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 9, n. 1, p. 207-212, 1990.

FURLANETO, F. D. P. B.; SOARES, A. D. A. V. L.; BERTANI, R. M. D. A.. Caracterização Técnica e Econômica da Manga 'TOMMY ATKINS'. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 12, n. 2, 2015.

GAO, X. et al. Giberelinas. In: LI, J.; LI, C.; SMITH, S. M. (Ed.). **Hormone Metabolism and Signaling in Plants**. Academic Press: Amsterdam, p. 107-160, 2017.

GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p

HASSANEIN, R. A.; BASSUONY, F. M.; BARAKA, D. M.; KHALIL, R. R. Physiological effects of nicotinamide and ascorbic acid on *Zea mays* plant grown under salinity stress, 1-Changes in growth, some relevant metabolic activities and oxidative defense systems. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 5, n. 1, p. 72-81, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geográfica Estatística. Disponível na internet via <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>>. Acesso em: 18 de outubro de 2019.

JACOBSEN, J. V.; CHANDLER, P. M. Gibberellin and abscisic acid in germinating cereals. In: **Plant hormones and their role in plant growth and developmen** . Springer, Dordrecht, 1987. p. 164-193.

JALEEL, C.A. et al. Changes in biochemical constituents and induction of early sprouting by triadimefon treatment in white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) tubers during storage. **Journal of Zheijang**. v.8, p. 283-288, 2007.

JOHANSEN, N. S.; MOEN, L. H.; EGAAS, E. Sterol demethylation inhibitor fungicides as disruptors of insect development and inducers of glutathione S-transferase activities in *Mamestra brassicae*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 145, n. 3, p. 473-483, 2007.

KERBAUY, G. B.. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KISHOREKUMAR, A. et al. Comparative effects of different triazole compounds on growth, photosynthetic pigments and carbohydrate metabolism of *Solenostemon rotundifolius*. **ScienceDirect**, v.60, p.207–212, 2007.

KULKARNI, V. J. The tri-factor hypothesis of flowering in mango. **Acta Horticulture**. v. 645, p. 61-70, 2004.

LITZ, R.E. The Mango: Botany production and uses. 2ª edição. CAB International, Wallingford, UK, 670p, 2009.

LOPES, P. R. C. et al. Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 72p.

MACÍAS, J. M. et al . Development of a rapid and efficient liquid chromatography method for determination of gibberellin A4 in plant tissue, with solid phase extraction for purification and quantification. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 5, p. 573-583, 2014

MARCIREAU, C.; GUILLOTON, M. ; KARST, F. In vivo effects of fenpropimorph on the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and determination of the molecular basis of the antifungal property. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 34, n. 6, p. 989-993, 1990.

MOUCO, M. A. D. C. Cultivo da mangueira. Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2010.

MOUCO, M. A. D. C. Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas. Botucatu, 2008.

MOUCO, M. A. D. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D.. Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueiras cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.

MUDO, L. E. D. **Bioestimulante na maturação de ramos da mangueira cv. Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do vale do São Francisco. Petrolina, 2018.

MURTI, G.S.R.; UPRETI, K.K. Plant hormones. In A. Hemantaranjan (Ed.), *Advances in plant physiology*, **Jodhpur: Scientific Publishers**. v. 3, p. 109-148, 2000.

NEVES, M. C. P.; COELHO, I. S.; ALMEIDA, D.L. 2005. Araruta: resgate de um cultivo tradicional. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/625391>. Acesso em 23 de novembro de 2019.

NUÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T.L. Flowering of mango trees in containers as influenced by seasonal temperature and water stress. **Scientia Horticulturae**. 58:57–66. 1994

OLIVEIRA, G. P. et al. Teores de carboidratos em mangueira Ubá submetida a diferentes doses de paclobutrazol. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 171-180, 2018.

PENTER, M. G. et al. The effect of inhibitors of fruit production in Hass avocado trees. South African Avocado Growers Association Yearbook, Pretoria, v. 23, p. 46-51. 2000.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. Edur, 1998.

PINTO, A. C. Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 597, 2002.

PRASAD, S. R. S. et al. Studies on changes in carbohydrate metabolism in regular bearing and “off” season bearing cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) during flowering. **International Journal of Fruit Science**, v. 14, n. 4, p. 437-459, 2014.

RAMÍREZ, F; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 2, p. 65-72, 2010.

RAMOUTAR, D. et al. Synergism between Deinethylation Inhibitor Fungicides or Gibberellin Inhibitor Plant Growth Regulators and Bifenthrin in a Pyrethroid-Resistant Population of *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**. 2010

RADEMACHER, W. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 394, p. 57-74, 1995.

RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 29-32, 2004.

R CORE TEAM. 2018. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 3 de maio de 2018.

SANDIP, M. et al.. Physiology of flowering – the case of mango. **International Journal of Applied Research**, v. 1, n. 11, p. 10081012, 2015.

SANTOS, M. R. **Irrigação com déficit controlado na cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.) no semiárido baiano**. 2012. 92f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SANTOS-SEREJO, J. A. 2005. Classificação e descrição botânica. In: Pereira, M. E. C.; Fonseca, N.; Souza, F. V. D. (Eds.). Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 1, p. 15-17.

SILVA, K. K. A. et al. Uniconazole no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica*L.) cv. Palmer. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 4, p. 507-517, 2015.

SILVA, M. G. C. **Florescimento e frutificação de mangueira (*Mangifera indica* L.) c.v. Rosa promovidos por diferentes doses de paclobutrazol**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

SILVA, C. M. M. D. S.; VIEIRA, R. F. Efeito Biocida do Paclobutrazol em solos sob cultivo de manga. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 14). 21 p., 2001

SILVA, L. S. **Ácidos Fúlvicos e Aminoácidos Livres na Potencialização de Absorção e Efeito de Paclobutrazol Em Mangueira ‘Keitt’**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Piauí. 70p. 2019.

SINGH , D.K. Triazole Compounds in Horticulture. New Delhi: Agrotech Publishing Academy, 2001. 120 p.

SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P; MARTINS, C.F.; LEMOS, I.B.; MONTEIRO, S.P.; FEITOZA, E.A. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do vale do submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30, n. 2, p. 303-310, 2008a.

SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; SALOMÃO, L. C. C. Desenvolvimento do limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Pasq.) submetido a doses de paclobutrazol e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.03, Jaboticabal. 2008b.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BOREM, A. Manga: do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 888p, 2017.

TAHIR, F. M.; IBRAHIM, M.; HAMID, K. Effect of growth retardants on vegetative and reproductive growth behaviour of mango (*Mangifera indica*, L.). **Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 2, n.11, p. 727-728, 2002.

UPRETI, K.K.; REDDY, Y. T.N.; SHIVU PRASAD, S.R.; JAYARAN, H.L.; RAJAN, S. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Science Horticulturae**. v.150, p. 414-418, 2014.

VIVANCO, J. M.; FLORES, H. E. Control of root formation by plant growth regulators. In: BASRA, A. S. Plant growth regulators in agriculture and horticulture: their role and commercial uses. **London: Haworth Press**. cap. 1, p. 1-25, 2000.

WIELAND, W. F.; WAMPLE, R. L. Effects of paclobutrazol on growth, photosynthesis and carbohydrate content of 'Delicious' apples. **Scientia Horticulturae**, v. 26, p. 139–147. 1985

YESHITELA, T.; ROBBERTSE, P.J.; STASSEN, P.J.C. Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Scienc.** v. 32, p. 281-293, 2004.