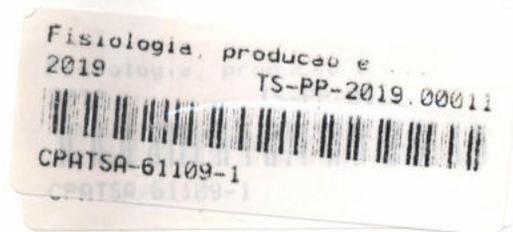


UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

KALLINE MENDES FERREIRA



FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MANGUEIRA
'TOMMY ATKINS' CULTIVADA SOB DIFERENTES FORMAS
DE APLICAÇÃO DO PACLOBUTRAZOL

019
-2019.00011

JUAZEIRO-BA
2019

T 14/2019

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)

Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)

Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)

Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

KALLINE MENDES FERREIRA



**FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MANGUEIRA
'TOMMY ATKINS' CULTIVADA SOB DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO
DO PACLOBUTRAZOL**

JUAZEIRO-BA

2019

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA (UNEB)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação (PPG)
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)

KALLINE MENDES FERREIRA

**FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MANGUEIRA
'TOMMY ATKINS' CULTIVADA SOB DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO
DO PACLOBUTRAZOL**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia (PPGHI - UNEB/DTCS), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Horticultura Irrigada.

Orientador: Alessandro Carlos Mesquita

JUAZEIRO-BA

2019

Unidade: *CIAT 147*
 Valor aquisição: _____
 Data aquisição: _____
 N.º N. Fiscal: _____
 Formador: _____
 N.º Orç.: _____
 Origem: _____
 N.º R.: *11/2019*

F383f Ferreira, Kalline Mendes

Fisiologia, produção e qualidades de fruto da mangueira "Tommy Atkins" cultivada sob diferentes formas de aplicação do paclobutrazol. / Kalline Mendes Ferreira. – 2019. 66 fl.: il.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Carlos Mesquita.
 Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada – PPGHorti, Campus III. Juazeiro-BA: 2019.
 Inclui Referências.

1. *Mangifera indica* L. 2. PBZ. 3. Bioquímica. 4. Pós-colheita I. Mesquita, Alessandro Carlos. II. Universidade do Estado da Bahia. III. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. IV. Título.

CDD: 634

FOLHA DE APROVAÇÃO
"FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MANGUEIRA 'TOMMY
ATKINS' CULTIVADA SOB DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DO
PACLOBUTRAZOL "

KALLINE MENDES FERREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Horticultura Irrigada – PPGHI, em 29 de março de 2019, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia: Horticultura Irrigada pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:



Professor(a) Dr.(a) ALESSANDRO CARLOS MESQUITA
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em: Agronomia
Universidade Federal de Lavras



Pesquisador(a) Dr.(a) WELSON LIMA SIMÕES
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA SEMIÁRIDO
Doutorado em: Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Viçosa



Pesquisador(a) Dr.(a) MARIA APARECIDA DO CARMO MOUCO
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA SEMIÁRIDO
Doutorado em: Agronomia (Horticultura)
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Amadeu dos Santos
Ferreira e Maria Geralda Mendes, aos
meus irmãos Keila e Jonathan, pelo
amor, apoio, auxílio e confiança.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS, pois ELE tem me abençoado grandemente, e todas as vezes que fraquejei ELE estava ali para me levantar.

Aos meus pais e a meus irmãos, pelos ensinamentos e incentivos. Serei eternamente grata a vocês. Amo vocês eternamente!

Ao meu namorado, Mitaél Souza, pelo apoio, carinho, amor e auxílio em algumas atividades.

Agradeço ao meu amigo e orientador Alessandro Carlos Mesquita por seu companheirismo, apoio, confiança e conhecimentos transmitidos.

Ao meu coorientador Dr. Welson Simões por todo auxílio, paciência, amizade e por sempre ter se colocado à disposição para me auxiliar no que fosse necessário.

A Dra. Paula Tereza e ao Luan por todo auxílio e disposição durante as avaliações no IPESB.

Ao grupo do laboratório de fisiologia vegetal e meus amigos: Juliana, Zezia, Daniel, Almir, Biank e Thais, pela grande ajuda em todas as atividades voltadas ao desenvolvimento da pesquisa.

Aos amigos da Embrapa Semiárido: Fabiana, Raquel, Victor, Vinicius, Bruno, Vanderson, Wesley, Emerson e Jefferson, pelo grande auxílio na condução do experimento. Tudo isso só foi possível pelo apoio de vocês.

Aos grandes amigos mestrandos que tive a oportunidade de trabalhar e conviver durante estes dois anos.

A Universidade do Estado da Bahia (UNEB) mais especificamente ao Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) por toda a infraestrutura e serviços técnicos.

A Fazenda Special Fruit pelo apoio no desenvolvimento e condução do experimento.

À Capes pela concessão da bolsa.

Enfim, a todos que participaram de forma direta e indireta na minha vida durante esse período, muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	7
GENERAL ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
REVISÃO DE LITERATURA	11
Importância socioeconômica da manga	11
Origem e distribuição	11
Aspectos botânicos	12
Ecofisiologia da mangueira	13
A cultivar Tommy Atkins	14
Indução floral da mangueira	15
Reguladores vegetais	18
Paclobutrazol	19
Formas de aplicação do paclobutrazol	21
REFERÊNCIAS	22
CAPITULO I	33
ALTERNATIVA DE APLICAÇÃO DO PBZ NOS ASPECTOS BIOQUÍMICOS E FISIOLÓGICOS DA MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS'	
RESUMO	33
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46
CAPITULO II	50
MANEJO DA APLICAÇÃO DO PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'	
RESUMO	50
ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
REFERÊNCIAS	61

FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' CULTIVADAS SOB DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DO PACLOBUTRAZOL

RESUMO GERAL

O cultivo da manga na região do Submédio do Vale do São Francisco, tem se destacado no cenário nacional pelos seus altos rendimentos e qualidade dos frutos produzidos, tendo ainda a capacidade de produção durante todo o ano, devido às condições climáticas e às tecnologias aplicadas para indução floral. O paclobutrazol (PBZ) tem sido efetivamente utilizado para induzir e manipular a floração de mangueiras, sendo a sua aplicação no solo, realizada de forma manual, planta a planta. No entanto, existe a alternativa de se aplicar esse produto por meio do sistema de irrigação, o qual seria uma forma mais prática e eficiente, e de modo mais uniforme, atingindo diretamente o sistema radicular da planta, e com isso possibilitando o uso de concentrações mais baixas do que as necessárias para aplicação no solo de forma convencional. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar formas de aplicação e o efeito de doses de PBZ, aplicadas via irrigação, sobre as variáveis fisiológicas e bioquímicas, a produção e a pós-colheita da manga cultivar Tommy Atkins. O experimento foi conduzido no período de fevereiro de 2017 a novembro de 2018, em um pomar de mangueiras da cultivar Tommy Atkins, na Fazenda Special Fruit, no Município de Petrolina-PE. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), e um tratamento adicional, com a aplicação de uma dose na forma convencional (2,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), com quatro repetições. A aplicação do PBZ via fertirrigação mostrou-se mais eficiente em comparação com a aplicação convencional, possibilitando a redução da dose e permitindo uma maior assimilação do produto pela planta. As características bioquímicas e fisiológicas obtiveram os maiores valores com a aplicação de menores doses. O paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação na dose de 1,4 g.i.a.m⁻¹ linear de copa proporcionou um maior número de frutos e produção por planta. O maior teor de sólidos solúveis totais foi obtido na dose 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa e a acidez diminuiu à medida que se aumentou a dose de PBZ aplicada.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L.; PBZ; bioquímica; pós-colheita.

**PHYSIOLOGY, PRODUCTION AND QUALITY OF 'TOMMY ATKINS' HARVEST
FRUITS CULTIVATED UNDER DIFFERENT FORMS OF APPLICATION OF
PACLOBUTRAZOL**

GENERAL ABSTRACT

The cultivation of the mango in the Submedio region of the São Francisco Valley has been outstanding in the national scenario due to its high yields and quality of the fruits produced, and also the production capacity throughout the year due to the climatic conditions and the technologies applied for floral induction. Paclobutrazol (PBZ) has been effectively used to induce and manipulate the flowering of mangoes, and its application in the soil, carried out in a conventional way. However, there is the alternative of applying this product through the irrigation system, which would be a more practical and efficient, and more uniform way, directly reaching the root system of the plant, and thus allowing the use of concentrations lower than those required for conventional soil application. In this context, the objective of this work was to evaluate the application and the effect of PBZ doses, applied via irrigation, on the physiological and biochemical variables, the production and the postharvest of the Tommy Atkins mango. The experiment was conducted from February 2017 to November 2018 in a mango orchard of the Tommy Atkins cultivar at the Special Fruit Farm in the Municipality of Petrolina-PE. The experimental design was a randomized complete block design with five doses of paclobutrazol applied through the irrigation system (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g i.a.m⁻¹ linear cup), and an additional treatment with the application of a dose in conventional form (2,0 g i.a.m⁻¹ linear cup) with four replicates. The application of PBZ via fertigation was more efficient in comparison to the conventional application, allowing the reduction of the dose and allowing a greater assimilation of the product by the plant. The biochemical and physiological characteristics obtained the highest values with the application of lower doses. Paclobutrazol applied via the irrigation system at a dose of 1,4 g.i.a.m⁻¹ cup linear provided a higher number of fruits and yield per plant. The highest total soluble solids content was obtained at the linear cup dose of 1,3 g.i.m⁻¹ cup and the acidity decreased as the dose of PBZ applied was increased.

Keywords: *Mangifera indica* L.; PBZ; biochemical; post-harvest

INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma importante frutífera de regiões tropicais e subtropicais, pertencente à família Anacardiaceae, com origem no Sudeste Asiático. O Brasil está entre os principais produtores mundiais de manga, ocupando a sétima posição como produtor mundial e o quarto lugar como exportador (FAO, 2018). Em 2017, o Brasil produziu 1.087.091 toneladas, com uma área colhida de 61.842 hectares de manga, sendo as regiões Nordeste e Sudeste responsáveis por 75 e 24% da produção total, respectivamente. O estado da Bahia é o maior produtor, com 23.917 hectares de área colhida da fruta e uma produção de 438.603 toneladas. Na segunda colocação aparece Pernambuco, com 239.559 toneladas (IBGE, 2018).

Entre as maiores dificuldades encontradas no cultivo da manga, à irregularidade da floração e o ajuste da produção dos frutos tem se destacado. Com isso, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias de controle do florescimento, alterando-o e direcionando a produção para épocas mais favoráveis, tanto do ponto de vista comercial como fitossanitário (Mancin *et al.*, 2014), sendo que o manejo da floração em mangueiras usando reguladores vegetais é uma prática que permite o agendamento da produção para períodos em que o valor do fruto é mais elevado (Cardoso *et al.*, 2007).

Entre os fitorreguladores, o paclobutrazol (PBZ) tem sido considerado o mais importante para promover a indução floral em mangueiras (Davenport, 2007). Ele atua inibindo a biossíntese de giberelinas, reduzindo o crescimento vegetativo e consequentemente promove o florescimento (Mouco *et al.*, 2011). Além disso, altera a razão floema/xilema e a redistribuição de substâncias metabólicas necessárias para os processos de floração e frutificação (Taiz & Zeiger, 2017).

Na prática, tem-se observado que a dose e a forma de aplicação do PBZ influenciam significativamente a resposta das plantas (Mouco *et al.*, 2010). A dose a ser recomendada irá depender da cultivar de mangueira, do porte da planta, do clima, do solo e do sistema de irrigação utilizado (Ferracini *et al.*, 2011).

O PBZ tem sido aplicado no cultivo da mangueira tanto via solo (convencional) quanto via foliar, no entanto, diferentes respostas são obtidas quanto à indução e à uniformidade do florescimento (Reis *et al.*, 2000). A aplicação no solo tem se demonstrado mais responsiva, no que diz respeito à supressão do crescimento vegetativo e aumento do crescimento reprodutivo em manga (Wongsriskulkaew *et al.*, 2017). Essa maior eficiência

ocorre devido à alta estabilidade do produto no solo, deixando-o disponível para ser absorvido pelas plantas por mais tempo e evitando possíveis problemas de absorção do produto pelas folhas (Barret & Bartuska, 1982; Davis *et al.*, 1988). No entanto, a aplicação convencional do PBZ gera um custo extra e significativo pela aplicação individual.

Conforme Million *et al.* (1999), a aplicação dos reguladores vegetais pode ser feita por meio do sistema de irrigação, com distribuição e disponibilidade mais uniforme para absorção pelo sistema radicular da planta, podendo esta ser uma forma de reduzir custo com o produto e a mão de obra na produção comercial. A aplicação via sistema de irrigação tem sido testado por alguns produtores na região do Submédio do Vale do São Francisco, porém, sem nenhuma validação técnica (Souza *et al.*, 2016; Simões *et al.*, 2017).

Quanto à forma de aplicação do PBZ, a maioria dos estudos anteriores são restritos à aplicação via solo e foliar, e as informações sobre a influência da aplicação de PBZ via irrigação são escassas. Dessa forma, o presente estudo foi desenvolvido para avaliar o efeito da forma de aplicação e de doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação sobre as variáveis fisiológicas e bioquímicas, de produção e da pós-colheita de frutos, da mangueira cultivar Tommy Atkins.

REVISÃO DE LITERATURA

Importância socioeconômica da manga

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das fruteiras tropicais mais cultivadas no mundo (AGRIANUAL, 2018). A produção mundial no ano de 2016, ultrapassou 46 milhões de toneladas, sendo a Índia, a maior produtora mundial da fruta (FAO, 2018).

A mangueira é uma das mais importantes frutíferas do Brasil no aspecto socioeconômico, contribuindo significativamente para a pauta de exportações brasileiras de frutas frescas, e assim fortalecendo a balança comercial (Reis *et al.*, 2011). Além de ser autossuficiente na produção de manga, o Brasil também é um dos maiores exportadores da fruta. A manga continua sendo a fruta mais exportada pelo país, e no ano de 2017, houve recorde nos embarques, tanto em volume, com cerca de 179 mil toneladas, quanto em receita, de mais de US\$ 205 milhões (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2018).

A produção brasileira de manga no ano de 2017 foi de 1.087.091 toneladas, com uma área colhida de 61.842 hectares, sendo a região Nordeste a principal produtora, com 75% da produção total. O estado da Bahia é o maior produtor, com 23.917 hectares de área colhida da fruta e uma produção de 438.603 toneladas. Na segunda colocação aparece Pernambuco, com uma produção de 239.559 toneladas (IBGE, 2018).

O Submédio do Vale do São Francisco é considerado o mais importante polo de produção de frutas irrigada no Brasil. O cultivo da manga nessa região, destaca-se no cenário nacional pelos seus altos rendimentos e qualidade dos frutos produzidos e ainda, pela possibilidade de escalonamento da produção durante o ano (Souza, 2015).

Na região, a mangicultura tem grande importância econômica e social, uma vez que envolve um grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo. Além disso, a manga se destaca entre as culturas irrigadas da região como a que, embora não apresente um elevado coeficiente de geração de empregos diretos, quando comparado com outras fruteiras, confere oportunidades de ocupação que se traduzem em empregos indiretos (Mouco, 2015).

Origem e distribuição

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à família Anacardiaceae e é considerada uma das mais antigas e importantes culturas frutíferas cultivadas em regiões tropicais e

subtropicais do mundo (Tiwari *et al.*, 2018). É originária do Sudeste Asiático, de onde se dispersou para outras partes do mundo, inclusive para as Américas, e provavelmente foi introduzida pelos portugueses no Brasil, no século XVI (Santos, 2017).

No Brasil são encontrados grandes plantios com mangueiras multiplicadas sexualmente (pés francos) e extensivamente cultivadas, mostrando uma intensa variabilidade genética resultante de cruzamentos, intra e interespecíficos, de duas raças introduzidas pelos portugueses: a raça indiana, de frutos oblongos a arredondados, casca geralmente vermelha e sementes monoembriônicas, representada pelas cultivares Tommy Atkins, Haden e outras; e a raça filipínica de frutos compridos, casca de coloração amarela a verde, sementes poliembriônicas, normalmente usadas como porta enxertos (Crisóstomo & Naumoy, 2009).

Conforme Mouco (2015), o cultivo da manga no Brasil se divide em duas fases. A primeira com os plantios de forma extensiva, com cultivares locais e poucas tecnologias; e a segunda caracterizada pelo elevado nível tecnológico como irrigação, indução floral e uso de cultivares melhoradas.

Silva & Coelho (2010) afirmam que o processo de ampliação do cultivo da cultura da manga no Brasil ocorreu, principalmente, a partir de meados dos anos 1980 e perdurou por toda a década de 1990, sendo que esse crescimento ocorreu, em especial, nas regiões Nordeste e Sudeste. Os mesmos autores ainda ressaltam que no período de 1990 a 2007 houve um crescimento da área cultivada da manga na ordem de 67,56%; tal fato foi concebido principalmente por causa das regiões Nordeste e Sudeste, que mantiveram seu crescimento na produção da manga.

Atualmente, a manga é cultivada em todo o território brasileiro, sendo que, a maior produção concentra-se principalmente no Nordeste, que em 2017 foi responsável por 67,0% da produção nacional. Deste total, a participação dos estados da Bahia e de Pernambuco foi com 28,6 e 24,5 %, respectivamente (AGRIANUAL, 2018).

Aspectos botânicos

A mangueira é uma árvore frondosa de porte médio a grande, podendo atingir até 40 metros de altura, dependendo de cultivar, clima, solo e manejo, tem hábito de crescimento ereto ou esparramado, sempre verde e com copa densa, de forma arredondada ou globular, apresentando todas as partes glabras, exceto as inflorescências (Ordóñez, 2011). Apresenta folhas simples, de pedúnculo curto, lanceoladas, coreáceas e coloração verde-escuro quando maduras. O sistema radicular tem uma raiz primária longa, raízes secundárias de sustentação e

uma densa malha de raízes superficiais absorventes que, nos plantios comerciais irrigados, encontram-se, cerca de 90%, a até 1,5 m de profundidade e 1,5 m de distância do tronco (Cunha & Castro Neto, 2000; Silva, 2007).

As flores são dispostas em panículas terminais ou laterais (axilares), de tamanho, forma e coloração variáveis. Nas panículas estão distribuídas flores hermafroditas perfeitas e flores masculinas (fornecedoras de pólen). As flores hermafroditas possuem androceu composto de 4 a 6 estames, anteras férteis, ovário súpero, unilocular e estigma rudimentar (Cunha *et al.*, 2002).

O fruto é uma drupa cuja polpa é rica em açúcares, baixo teor de acidez e quantidades consideráveis de vitamina A (2,75 a 98,92 mg 100g⁻¹ de polpa), vitamina C (5 a 178 mg 100g⁻¹ de polpa), tiamina (B1) e niacina; além do que o fruto fresco contém mais de 80% do seu peso em água (Alves *et al.*, 2002). Sua maturação ocorre entre 3 a 4 meses após a fecundação e a polpa apresenta-se em várias tonalidades de amarelo, pouco ou fortemente aromática, com muita ou pouca fibra, curtas ou longas, macias ou duras (Cunha *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2000).

Ecofisiologia da mangueira

A mangueira é considerada uma espécie predominantemente tropical, embora seja capaz de crescer e reproduzir em áreas de latitudes subtropicais com estações secas definidas e alta acumulação térmica (Cunha *et al.*, 2002). De maneira geral, a mangueira adapta-se e produz bem em ambientes com temperaturas amenas (25 °C diurno e 15 °C noturno) e período seco antes da florada (Pinto *et al.*, 2009). Segundo Ramirez & Davenport (2010) temperaturas de -6 °C causam morte de mangueiras e acima de 40°C, estresse térmico. Silva *et al.* (2000) designam uma faixa de temperatura ideal para o cultivo da mangueira, que oscila entre 21 e 26°C.

A temperatura é o fator climático mais importante para o florescimento da mangueira. Temperaturas muito elevadas (maior de 32 °C) quando associadas à baixa umidade relativa e ventos fortes, podem prejudicar o florescimento, no entanto, temperaturas baixas (menor de 2 °C) e a ocorrência de geadas podem impedir a abertura das flores e o desenvolvimento do tubo polínico, e, ainda, provocar queima nas brotações novas e panículas (Modesto, 2013).

A frutificação e o vingamento de frutos também são influenciados pela temperatura. Temperaturas menores de 16 °C afeta a produção e a viabilidade do pólen, causando um baixo vingamento de frutos (Pinto *et al.*, 2004).

Ventos intensos e constantes podem prejudicar a produção, pois derrubam flores e frutos, causam lesões nos frutos devido ao atrito e aumentam a transpiração das plantas (Silva *et al.*, 2000). Em relação ao fotoperiodismo, a mangueira pode ser considerada uma planta neutra e exige alta intensidade de luz (Schaffer *et al.*, 1994).

A exigência mínima da mangueira em termos de precipitação é de 1.000 mm/ano, porém, é cultivada em regiões que apresentam de 500 a 2.500 mm/ano. Áreas com chuvas intensas causam prejuízo ao florescimento da mangueira devido ao estímulo a um vigoroso crescimento vegetativo (Reis, 1999). Durante a floração, chuvas em excesso são danosas porque retiram o grão de pólen depositado no estigma e diluem o fluido estigmático, causando perda da viscosidade e contribuindo para a queda de flores (Fonseca, 2002). Além disso, aumentam a proliferação de doenças como antracnose e oídio. A umidade relativa do ar ideal para o cultivo da manga é menor que 60% (Cunha *et al.*, 2002).

A mangueira é considerada uma planta resistente à seca. Fatores como sistema radicular profundo, raízes superficiais resistentes ao dessecamento e sistemas de canais de látex, conferem a mangueira capacidade de sobreviver em ambientes de deficiência hídrica e alta demanda evapotranspiratória por períodos prolongados (Whiley & Schaffer, 1997).

O estresse hídrico em mangueiras evita a emissão de fluxos vegetativos favorecendo o amadurecimento dos ramos e, portanto, aumentando o tempo para acumulação do estímulo floral (Oliveira, 2015). O início do desenvolvimento de gemas reprodutivas ocorre após um período de 6 a 12 semanas de déficit hídrico (Davenport, 2007).

Geralmente, as melhores condições edáficas recomendadas para o cultivo da mangueira são solos com média fertilidade, de arenosos até argilosos, mas preferencialmente areno-argilosos, profundos, permeáveis, bem drenados, ligeiramente ácidos, mecanizáveis e com faixa de pH ideal entre 5,5 a 6,8 (Gomes & Silva, 2004).

A cultivar Tommy Atkins

‘Tommy Atkins’ é a principal cultivar produzida no Brasil (Sabato *et al.*, 2009), devido principalmente a características como: regularidade de produção, alta produtividade, coloração atraente do fruto, boa resistência ao transporte e também resistente ao oídio e a

antracnose (Pinto *et al.*, 2002); no entanto, é muito suscetível à morte descendente, à malformação floral e ao colapso interno.

A cultivar Tommy Atkins foi desenvolvida na Flórida, Estados Unidos, na década de 1920, como uma progênie da 'Haden'. É uma cultivar monoembriônica, vigorosa e precoce, cuja copa é bastante densa (Mouco, 2015). Os frutos dessa cultivar são de tamanho médio para grande, pesando aproximadamente 500 g, com casca espessa, formato oval e coloração atraente (laranja-amarela, coberta com vermelho e púrpura intensa). A polpa é suculenta, apresentando teor de fibra médio. Além disso, o fruto é precoce e amadurece bem se colhido imaturo; apresentando resistência à antracnose, a danos mecânicos e tem um maior período de conservação. Porém, apresenta problemas do colapso interno, amolecimento de polpa, e baixo teor de brix (16 a 17 ° brix), quando comparado com as cultivares Palmer e Haden (Costa & Santos, 2004; Lima Filho *et al.*, 2002). Conforme Manica (2001), a polpa representa 86,5% do peso do fruto, os açúcares redutores 4,08%, os açúcares totais 12,37%, acidez de 0,38 a 0,48%, pH de 4,29 a 4,60%, a vitamina C é de 42 mg 100g⁻¹ de polpa, 0,82% de fibras, com 1,24% de pectina.

No Submédio do Vale do São Francisco a cultivar é uma das mais plantada nas propriedades, ocupando aproximadamente 95% da área total dos pomares destinados à cultura, predominância que já havia sido constatada há alguns anos (Mouco, 2015). Esta ampla preferência está fundamentada em boas razões produtivas e comerciais. Nessa região, as mangas da cultivar Tommy Atkins atingem a maturidade aos 98 dias após a antese, quando apresentam a maior massa seca de fruto, sendo este o melhor indicador do estágio de desenvolvimento dos frutos (Lucena *et al.*, 2007).

Segundo Lima *et al.* (2009), a colheita da manga 'Tommy Atkins' nessa região pode ser realizada a partir dos 99 dias após a frutificação, quando o início da maturação for reconhecido por: diminuição nos valores dos ângulos de cor da casca (região verde) e da polpa para menos de 110 e 100, respectivamente; redução da firmeza da polpa para menos de 107 N e da acidez titulável para menos de 1,3% de ácido cítrico; acúmulo de sólidos solúveis acima de 7,0 ° Brix e síntese de carotenoides na polpa, dados estes que não são conhecidos para o estado de São Paulo.

Indução floral da mangueira

O florescimento da mangueira é um evento fisiológico importante que determina o início da produção de frutos. As mangueiras florescem em resposta à idade do último fluxo

vegetativo em condições tropicais. No entanto, sob condições subtropicais, a floração é induzida por temperaturas frias (Ramirez & Davenport, 2010). Interações complexas entre o estágio de desenvolvimento da parte aérea e as condições ambientais resultaram na iniciação floral na manga. O florescimento requer 4-6 semanas de dormência nas brotações e temperaturas frias noturnas para desencadear a indução floral das gemas terminais (Tiwari *et al.*, 2018).

O primeiro evento que ocorre para as mangueiras florescerem é a iniciação, que é o início do desenvolvimento da brotação, independentemente do tipo de broto desenvolvido. Esse processo envolve divisão celular e alongamento de células em primórdios foliares (brotos vegetativos), meristemas laterais (brotos generativos) ou ambos (brotos mistos) nos nós das gemas em repouso, e é seguido por divisões celulares no meristema apical para formar mais nós (Davenport, 2009).

Um dos maiores problemas no manejo da cultura da mangueira é a alternância de produção, isto é, a planta tem elevada produção em um ano, seguido de baixa produção no ano seguinte (Davenport, 2007). Além disso, o florescimento na mangueira ocorre de forma desigual, o que pode ocorrer apenas em uma parte do dossel de cada vez, causando uma maturação irregular dos frutos e resultando em uma colheita sequencial (Silva *et al.*, 2012), levando a um aumento nos custos de produção (Oliveira *et al.*, 2017). Essa desuniformidade está relacionada à idade de cada grupo de ramos terminais, que muitas vezes se desenvolvem em épocas diferentes. Este fato indica que a indução e diferenciação floral da mangueira, qualquer que seja o agente indutor, estão intimamente relacionadas à idade da gema apical, cuja resposta ocorre primeiramente nos ramos terminais mais maduros (Ramírez *et al.*, 2010b).

Diversas pesquisas já foram realizadas para superar esses problemas e um dos fatores que tem contribuído para o cultivo da mangueira em condições tropicais é a possibilidade de produzir frutos durante todo o ano, incluindo os períodos em que a oferta de frutos é escassa no mercado interno e externo (Coelho *et al.*, 2014). No entanto, isso só é possível, por meio da utilização de técnicas de indução da floração durante o período de entressafra (Mouco *et al.*, 2011).

A indução floral em mangueiras é estimulada tanto por fatores ambientais, como mudanças de temperatura, quanto por fatores antropogênicos como poda, manejo de irrigação, aplicação de reguladores vegetais, substâncias nitrogenadas, fertilizantes e exposição ao etileno (Davenport, 2009; Ramirez & Davenport, 2010a).

A poda da ponta de ramos produtivos impede o crescimento vegetativo contínuo, que é uma consequência de condições climáticas inadequadas e permite a alta taxa de floração nas gemas axilares (Oliveira *et al.*, 2015). Segundo Davenport (2006), a remoção do ápice dos ramos estimula o brotamento das gemas axilares e remove estruturas que inibem os botões reprodutivos.

O manejo da irrigação consiste na redução gradual da quantidade de água, visando uma maturação mais rápida e uniforme dos ramos. Quando bem conduzido e dependendo do estado nutricional da planta, deve permitir o efeito desejado em 30 a 70 dias. O grande inconveniente deste método é a dependência das condições climáticas (precipitação), o que restringe a produção a um determinado período do ano (Mouco, 2015)

A utilização de reguladores vegetais em plantas promove o equilíbrio hormonal em favor da floração, e essas substâncias químicas têm sido usadas para manipular o crescimento vegetativo. No entanto, o desafio é fazê-lo sem reduzir sua capacidade produtiva (Souza *et al.*, 2016). Entre os reguladores, o paclobutrazol (PBZ) é considerado o mais importante para promover a indução floral em mangueira (Davenport, 2007). O uso de reguladores vegetais tem mostrado grande potencial no cultivo de manga em cultivares como Tommy Atkins (Silva & Neves, 2011), Rosa (Cardoso *et al.*, 2007), Haden, Kensington e Mangovar (Johnson & Robinson, 2000), possuindo uma função essencial na indução do florescimento em períodos mais apropriados para a comercialização.

Os nitratos no processo de indução floral têm a função de estimular a brotação depois do período de repouso dos ramos; geralmente são aplicados via foliar, através de pulverizações, e as doses comumente usadas variam de 2 a 4% para o nitrato de potássio (KNO_3), de 1,5 a 2% para o nitrato de cálcio ($Ca(NO_3)_2$) e de 1 a 1,5% para o nitrato de amônia (NH_4NO_3). O número de pulverizações vai depender do índice de brotação que se for obtendo (Mouco, 2015).

É comum utilizar o sulfato de potássio a 3% em duas ou três pulverizações, com intervalo de sete dias após a maturação das folhas (mais ou menos sessenta dias após aplicação do PBZ). Na última pulverização de K_2SO_4 recomenda-se utilizar 50 mL de etefon diluído em 100 litros de calda (Oliveira, 2015). Com a aplicação do etefon, ocorrerá a liberação de etileno nas plantas, que vai participar no processo de maturação das gemas e promover a floração. O produto deve ser aplicado por meio de pulverizações, em dosagens entre 200 a 300 ppm (Mouco, 2015).

Conforme Santos-Villalobos *et al.* (2013), o florescimento em mangueiras pode ser regulado por fatores hormonais e por carboidratos. Trabalhando com a mangueira 'Ataulfo',

eles observaram redução nos níveis de carboidratos nas folhas ao longo do tempo, em determinados períodos do ano, caracterizados pela ocorrência de floração. Os autores associaram a redução nos níveis de carboidratos ao aumento do desenvolvimento das gemas florais, o que não ocorria em outros períodos, em que nenhum ou pouco florescimento era observado.

Fitormônios como as auxinas, citocininas e giberelinas parecem regular a sincronização do desenvolvimento de gemas, bem como a determinação da direção de seu desenvolvimento como gema floral ou vegetativa. As giberelinas parecem ser os promotores vegetativos que atuam na regulação da floração da mangueira. Altos níveis de giberelinas inibem a floração e estimulam o crescimento vegetativo, enquanto o declínio nos teores de giberelinas aumenta a floração (Ramírez *et al.*, 2010b).

Diversos problemas podem ser causados com a aplicação da técnica de indução floral de forma empírica, como a ausência de diferenciação da gema vegetativa em inflorescência e distúrbios fisiológicos por excesso de estresse hídrico ou hormonal, podendo causar a perda de produção da safra atual e das subsequentes, sem contar o aumento do custo de produção devido às despesas geradas pela aquisição dos produtos e aplicações (Faria, 2014).

Reguladores vegetais

Reguladores vegetais podem ser definidos como compostos naturais ou sintéticos que afetam o desenvolvimento ou processos metabólicos em plantas de uma forma desejada (Rademacher, 2016). Geralmente, os reguladores vegetais unem-se a receptores na planta, e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (Kappes *et al.*, 2011).

A maioria dos retardantes vegetais inibe a biossíntese de giberelina e podem, então, ser usados para reduzir o alongamento dos ramos e no manejo do crescimento vegetativo (Mouco *et al.*, 2010). Existem três tipos diferentes de retardantes vegetais que interferem na síntese da giberelina: o primeiro, são os compostos quaternários, como o cloreto de mepiquat e o cloreto de chlormequat (CCC), que inibem a conversão de geranyl geranyl difosfato a caureno; o segundo, são os compostos cíclicos contendo um nitrogênio, como o paclobutrazol (PBZ) e uniconazole, que inibem a passagem do caureno a GA12-aldeído; e o terceiro, os acilciclohexanodionas, como o etiltrinexapac (TrixE) e o prohexadione-Ca (ProCa), que atuam bloqueando as reações finais do metabolismo de GA (Rademacher, 2004).

O uso de reguladores de crescimento tem sido uma tecnologia aplicada em diferentes culturas para induzir o florescimento. Esses produtos estão sendo bastante empregados no manejo da mangueira, desempenhando importante função na indução floral, proporcionando o escalonamento da produção durante o ano e atendendo aos diversos mercados disponíveis (Oliveira, 2015). Segundo Cardoso *et al.* (2007), o manejo de floração em mangueiras utilizando reguladores de crescimento vegetal é uma prática que permite o agendamento da produção para períodos mais adequados à comercialização.

Em condições semiáridas, a utilização de reguladores é uma prática comum no cultivo da mangueira, em que, as doses, tempos e formas de aplicação foram definidos como parte de tecnologias para aumentar a floração e produção (Oliveira *et al.*, 2017). Diversos estudos já foram realizados, principalmente com as cultivares Tommy Atkins e Palmer, e tem contribuído bastante para o cultivo da mangueira em condições tropicais semiáridas (Mouco & Albuquerque, 2005; Mouco *et al.*, 2010; Coelho *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016).

Entre os reguladores de crescimento, o PBZ é considerado um dos mais importantes e atua restringindo o crescimento vegetativo e promovendo a floração em muitas espécies de fruteiras, incluindo a manga.

Paclobutrazol

O paclobutrazol (PBZ), [(2RS,3RS) -1-(4-clorofenil) -4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1yl) pentan-3-ol], é um regulador de crescimento usado em sistemas agrícolas com o intuito de retardar o crescimento vegetativo e elevar a capacidade reprodutiva das plantas. O modo de ação é por meio da inibição da biossíntese da giberelina (Milfont *et al.*, 2008).

O PBZ controla o crescimento vegetativo reduzindo a biossíntese de giberelinas, por meio do bloqueio da atividade das enzimas monooxigenases P450, que impede a oxidação do ent-caureno a ácido ent-caurenóico, o qual é o precursor do ácido giberélico (Fletcher *et al.*, 2000; Taiz & Zeiger, 2017). Além disso, o PBZ pode simultaneamente alterar os níveis de citocinina, ácido abscísico e etileno (Fletcher *et al.*, 2000). A aplicação do PBZ na mangueira 'Totapuri', aumentou os níveis de citocininas e ácido abscísico e reduziu os níveis de giberelina nas gemas, o que proporcionou a iniciação do florescimento (Upreti *et al.*, 2013).

A utilização do PBZ em mangueiras é bastante difundida nas regiões tropicais do mundo e consiste na aplicação do produto via solo, após a poda, possibilitando o escalonamento da produção ao longo do ano (Upreti *et al.*, 2013). No entanto, diferentes

respostas à aplicação são obtidas, devido à existência de diversas cultivares cultivadas comercialmente. As doses e as formas de aplicação também influenciam na resposta das plantas ao PBZ (Davenport, 2007; Mouco *et al.*, 2010).

A dose aplicada desse regulador depende principalmente da cultivar de manga, do tamanho da mangueira, das condições climáticas, dos tipos de solo e da irrigação utilizada, sem desconsiderar o fator resíduo, uma vez que esse regulador pode permanecer ativo no solo por longo período e interferir no seu equilíbrio biológico (Ferracini *et al.*, 2011). O conhecimento da dose a ser adotada em cada cultivar de mangueira é importante para o estabelecimento de estratégias de comercialização para épocas de melhores preços de mercado (Chatzivagiannis *et al.*, 2014).

Segundo Albuquerque *et al.* (1999), em condições semiáridas, o efeito do PBZ para regular o crescimento vegetativo da mangueira tem sido estudado desde 1996, com adequação das doses, formas e épocas de aplicação, visando à produção de frutos durante a entressafra. Os trabalhos de pesquisa conduzidos com PBZ foram implantados em pomares da cv. Tommy Atkins e o produto comercial registrado para a cultura, em 2000, foi o Cultar, com 25% de ingrediente ativo (Souza, 2015)

Estudos têm demonstrado aumento na porcentagem de florescimento com a aplicação de PBZ (Cardoso *et al.*, 2007; Chatzivagiannis *et al.*, 2014; Coelho *et al.*, 2014). Conforme Husen *et al.* (2012), a porcentagem de florescimento na mangueira pode ser aumentada de 25 para 75% e o número de flores por planta pode ter um incremento de 2 a 7 vezes maior, dependendo da época de aplicação.

Diversas pesquisas também tem evidenciado que a aplicação do PBZ altera o fenótipo das plantas provocando respostas variadas, tais como, aumento dos teores de clorofila, carotenóides, redução da área foliar (Percival & Albalushi, 2007), aumento da relação C:N dos ramos e do potencial hídrico na folha (Singh & Sharma, 2008; Upreti *et al.*, 2013), alterações das trocas gasosas (Souza *et al.*, 2016), aumento no potencial antioxidante (Fletcher *et al.*, 2000; Jaleel *et al.*, 2007; Saxena *et al.*, 2014), aumento dos teores de proteína solúvel na folhas (Wang *et al.*, 1985; Sopher *et al.*, 1999), elevação no teor de açúcar total e na atividade da redutase do nitrato (Singh & Sharma, 2008) e aumento do conteúdo mineral da folha (Werner, 1993; Yelenosky *et al.*, 1995; Yeshitela *et al.*, 2004). Ademais, a qualidade dos frutos de manga e limão (teor de SST e ácido) aumenta com a aplicação de PBZ (Jain *et al.*, 2002; Burondkar *et al.*, 2013).

Contudo, a sobredosagem desse produto pode causar efeitos indesejáveis, como o atraso no crescimento, a malformação da panícula e redução no crescimento vegetativo e radicular da mangueira (Singh & Ram, 2000; Wongsrisakulkaew *et al.*, 2017).

Formas de aplicação do paclobutrazol

A aplicação do paclobutrazol pode ser feita tanto na forma de pulverização foliar como via solo (convencional), porém, a aplicação no solo tem se mostrado mais eficiente (Albuquerque *et al.*, 2002; Kulkarni *et al.*, 2006). Essa maior eficiência ocorre devido à alta estabilidade do produto no solo, deixando-o disponível para ser absorvido pelas plantas por mais tempo e evitando possíveis problemas de absorção do produto pelas folhas (Barret & Bartuska, 1982; Davis *et al.*, 1988).

A forma de aplicação mais eficiente é realizada com a diluição do produto comercial em 1 L ou 2 L de água, que depois é despejado ao solo, junto ao colo ou na projeção da copa. É importante que a solução seja distribuída uniformemente no solo, sob a copa, pois uma distribuição desuniforme pode acarretar numa floração irregular (Mouco, 2015). O solo precisa estar sendo irrigado antes da aplicação, pois a água conduz o produto até as raízes e em seguida, esse é translocado via xilema para as folhas e brotos (Benett *et al.*, 2014).

Contudo, a aplicação via convencional é um processo que gera um custo extra e significativo pela aplicação manual do produto. Uma ótima solução para os produtores otimizarem o custo com mão de obra e a eficiência da aplicação, é a aplicação do produto via água de irrigação, visto que, dessa forma, o produto ativo é aplicado de forma mais uniforme, atingindo diretamente o sistema radicular da planta, o que proporciona o uso de concentrações mais baixas do que as necessárias para aplicação no solo de forma convencional (Al-Badawy *et al.*, 1995; Million *et al.*, 1999). Conforme Leon New (1990), a aplicação via sistema de irrigação, possibilita uma aplicação segura e efetiva da quantidade apropriada do produto, reduzindo-se os custos de produção enquanto se protege o operário e o ambiente.

No intuito de reduzir os custos com mão-de-obra, a aplicação via sistema de irrigação tem sido testado por alguns produtores de manga na região do Submédio do São Francisco, porém, sem nenhuma validação técnica (Simões *et al.*, 2017).

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2018: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2018. p. 322.
- AL-BADAWY, A.A.; BARRET, J.E. & NELL, T.A. Potential for paclobutrazol residue problems in green-house recirculated irrigation systems. *Proc. Plant Growth Reg. Soc. Amer.*, v. 22, p.377-381, 1995.
- ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. do C. Indução floral. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. A cultura da mangueira. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 13, p. 259-276.
- ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MOUCO, M. A. C. REIS, V. Application methods of paclobutrazol on mango crops. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 6., 1999, Pattaya. Abstracts... Pattaya: Kasetsart University: ISHS, 1999. p. 225.
- ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIN, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e Pós-Colheita. In: GENÚ, P. J. C. & PINTO, A. C. Q. A Cultura da Mangueira. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2002. p. 383-405.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz, 2018. Disponível em: < <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-018/files/assets/basichtml/index.html#2> >. Acesso em: 4 nov. 2018.
- BARRET, J.E.; BARTUSKA, C.A. Effects on stem elongation dependent on site of application. *HortScience*, v.17, p.737-738, 1982.
- BENETT, K.S.S.; FARIA JUNIOR, M.J.A.; BENETT, C.G.S.; SELEGUINI, A.; LEMOS, O.L. Utilização de paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro. *Comunicata Scientiae*, Bom. Jesus, v. 5, n.2, p.164-169, 2014.

BURONDKAR, M.M.; RAJAN, S.; UPRETI, K.K.; REDDY, Y.T.N., SINGH, V. K.; SABALE, S.N.; NAIK, M.M.; NGADE, P.M.; SAXENA, P. Advancing Alphonso mango harvest season in lateritic rockysoils of Konkan region through manipulation in time of paclobutrazol application. *Journal of Applied Horticulture* v.15, p.178–182, 2013.

CARDOSO, M.G.S., SÃO JOSÉ, A.R., VIANA, A.E.S., MATSUMOTO, S.N.; REBOUÇAS, T.N.H. Florescimento e frutificação de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. rosa promovidos por diferentes doses de paclobutrazol. *Rev. Bras. Frutic.* V.29, n.2, p. 209-212, 2007.

CHATZIVAGIANNIS, M.A.; SÃO JOSÉ, A.B.; BOMFIM, M.P.; OLIVEIRA JUNIOR, M.X.; REBOUÇAS, T.N.H. Florescimento e produtividade de mangueira ‘Boubon’, ‘Palmer’ E ‘Rosa’ com uso de paclobutrazol. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v. 15, n. 1, 2014, p. 41-47.

COELHO, E.F.; BATISTA, L.S.; ALVES, A.A.C. Flowering and fruit set of mango in different doses of paclobutrazol (PBZ). *Enciclopédia Biosfera, centro científico conhecer-Goiânia*, v.10, n.19; p.1117. 2014.

COSTA, J.C.; SANTOS, C.A.F. Cultivo da Mangueira: cultivares, 2004. Disponível em: < Cpatsa.embrapa.br/sistema_produção/spmanga/mercado.Htm>. Acesso em: 15 de junho de 2005.

CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOY, A. (Org.) Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238p.

CUNHA, G. A. P. da; PINTO, A. C de Q.; FERREIRA, F. R. Origem, Dispersão, Taxonomia e Botânica. IN: PINTO, A. C de A.; GENÚ, P. J. de C. A Cultura da Mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 32-36.

CUNHA, G. A. P. de; CASTRO NETO, M. T. de. Aspectos botânicos. In: MATOS A. P. de (org.). Manga: Produção: aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000. 63 p. (Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Frutas do Brasil; 4).

DAVENPORT, T. L. Pruning Strategies to Maximize Tropical Mango Production from the Time of Planting to Restoration of Old Orchards. *Hortscience* v. 41, n.3, p. 544-548, 2006.

DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology of mango. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Campos dos Goytacazes, v.19, n.4, p. 363-376, 2007.

DAVENPORT, T.L. Reproductive physiology. In: LITZ, R.E. (Ed.), *The Mango: Botany Production and Uses*, 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK, , 2009, p. 97-169.

DAVIS, T.D.; STEFFENS, G.L. & SANKHALA, N. Triazole plant growth regulators. *Horticultural Reviews*, v.10, p.63-105, 1988.

FARIA, L.N. Manejo da irrigação na indução floral e na fase produtiva da mangueira 'Tommy Atkins' em condições semiáridas. 2014. 90f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, S. C. N. de; ROSA, M. A.; LOPES, P. R. C. Determinação de resíduos de paclobutrazol em manga (*Mangifera indica* L.) por cromatografia acoplada a espectrometria de massas (LC-MS/MS). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 16 p, 2011. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).

FLETCHER, R.A.; GILLEY, A.; SANKHLA, N.; DAVIS, T.D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*, New York, v.24, p.55-138, 2000.

FONSECA, N. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) 'Tommy Atkins'. 2002. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG. 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. Produção e exportação: Citação de base de dados. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> />. Acesso em: 08 nov. 2018.

GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (Edts.). A cultura da mangueira. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2002. 454p.

GOMES, J. C. de A.; SILVA, M. S. L. da. Manejo de solo, 2004. Disponível em: <<http://www.cpsa.embrapa.br/sistemaproducao/spmanga/mercado.html>>. Acesso em 30 out. 2018.

HUSEN, S.; KUSWANTO; ASHARI, S.; BASUKI, N. Induction of Flowering and Yield of Mango Hybrids Using Paclobutrazol. *Journal of Agriculture and Food Technology*, v. 2, n.9, p.153-158, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Produção agrícola municipal. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 25 de set. 2018.

JAIN, S.K.; SINGH, R.; MISHRA, K.K. Effect of paclobutrazol on growth, yield and fruit quality of lemon (*Citrus limon*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* v.72, p.488-490, 2002.

JALEEL, C.A.; GOPI, R.; MANIVANNAN, P.; PANNEERSELVAM, R. Responses of antioxidant defense system of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. to paclobutrazol treatment under salinity. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 29, n.3, p.205-209, 2007.

JOHNSON, P.R.; ROBINSON, D.M. The tatura trellis for system for high density mangoes. *Acta Hort.*, v. 509, p.359-363, 2000.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M.V.; GITTI, D. de C.; ALCALDE, A.M. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.41, p.508-518, 2011.

KULKARNI, V. J.; HAMILTHON, D.; MC MAHON, G. Flowering and fruiting in mangoes in top end with paclobutrazol. *Crops, Forestry and Horticulture*, Darwin, Northern Territory Govt, p. 1-3, 2006.

LEON NEW, L.I. Introduction: why chemigate? In: LEON NEW, L.; KNUTSON, A.; BEAN, B.W., MORRISON, W.P.; PATRICK, C.D.; HICKEY, M.G.; KAUFMAN, H.W.; LEE, T.; AMOSSON, S.H.; FIPPS, G.; SWEETEN, J. Chemigation: workbook. Texas: Agriculture Extension Service, 1990, p. I-1.

LIMA FILHO, J. M. P.; ASSIS, J. S. de; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, G. A. P. da; CASTRO NETO, M. T. de. Ecofisiologia. In: PINTO, A. C de A.; GENÚ, P. J. de C. A Cultura da Mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 39-49.

LIMA, M. A.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

LUCENA, E. M. P. de; ASSIS, J. S. de; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M. da; FILHO, J. E. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' no vale do São Francisco, Petrolina-PE. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 1, p. 096-101, 2007.

MANCIN, C.A.; MELO, B.; SOUZA, O.P. Cultura da mangueira. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/manga.html>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

MANICA, I. Cultivares e Melhoramento. In: MANICA, I. Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 87-130.

MILFONT, M.L.; ANTONINO, A. C. D.; MARTINS, J.M.F.; NETTO, A.M.; GOUVEIA, E.R.; CORREA, M. M. Transporte do paclobutrazol em colunas de solos. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 32, n. 5, p. 2165-2175, 2008.

MILLION, J.B.; BARRET, J.E.; NELL, T.A. & CLARK, D.G. Inhibition grow thof flowering crops with Ancymidol and Paclobutrazol in subirrigation water. *HortScience*, v. 34, p.1103-1105, 1999.

MODESTO, J. H. Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais. 2013. 65 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências agrônômicas, Botucatu, 2013.

MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo de mangueira. 3. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015 (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7743&p_r_p_-996514994_topicoId=8288>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MOUCO, M. A. C.; ALBURQUEQUE, J. A. S. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. *Bragantia*. Campinas, v.64, n. 2, p. 219-225, 2005.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O. O.; RODRIGUES, J. D. Mango flower induction in the brazilian Northeast Semi-arid with gibberellin synthesis inhibitors, *Acta horticulture*, v.884, p.591-596, 2010.

MOUCO, M. A. do C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueiras cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 4, p.1043-1047, 2011.

MOUCO, M.A.C. et al. Indução de flores de manga no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas. *Acta Horticultura*, n. 884, p. 591-596, 2010.

OLIVEIRA, G. P. Indução floral da mangueira ‘Ubá’ na Região da Zona da Mata de Minas Gerais. 2015. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

OLIVEIRA, G. P.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; MACHADO, D. L.M. Paclobutrazol and branch tip pruning on the flowering induction and quality of mango tree fruit. *Pesquisa. Agropecuária Tropical*, v. 47, n. 1, p. 7-14, 2017.

OLIVEIRA, M. B.; PEREIRA, M.C.T.; MIZOBUTSI, G.P.; MAIA, V.M.; SILVA, J.F.; OLIVEIRA, J.A.A.; COSTA, I.J.S.; NIETSCHÉ, S.; SANTOS, E.F.; MOUCO, M.A.C. Paclobutrazol and tip pruning in the management of 'Palmer' mango trees in the semi-arid region of Brazil. *Acta Horticulture*, v.1075, p.149-156, 2015.

ORDÓÑEZ, R.E.M. Uso de ethephon em baixas concentrações na indução floral de mangueira (*Mangifera indica* L.) CV. Tommy Atkins. 2011. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2011.

PERCIVAL, G.C.; ALBALUSHI, A.M.S. Paclobutrazol-induced drought tolerance in containerized English and evergreen oak. *Arboriculture and Urban Forestry*. v. 33. n.6. p.397, 2007.

PINTO, A. C. Q.; COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. Principais variedades. In: GENÚ, P. J.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2002. p. 93-116.

PINTO, C.A.Q.; SILVA, D.J.; PINTO, P.A.C. Mangueira. In: CRISOSTOMO, L.A.; NAUMOV, A. (Org). Adubando para alta produtividade e qualidade: Fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical. p. 125-145, 2009.

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

RADEMACHER, W. Chemical Regulators of Gibberellin Status and Their Application in Plant Production. *Annual Plant Reviews*, v. 49, p.359-404, 2016.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) Flowering Physiology. *Scientia Horticulturae*, v. 126, p. 65–72, 2010a.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L.; FISCHER, G.; PINZÓN, J. C. A. The Stem Age Required for Floral Induction of Synchronized Mango Trees in the Tropics. *Hortscience*, v. 45, n.10, p.1453–1458, 2010b.

REIS, J. B. R. S.; JESUS, A. M.; DIAS, M. S. C.; CASTRICINI, A.; DIAS, J. R. Efeito de lâminas de irrigação e doses de PBZ na pós-colheita da mangueira cv. Haden no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 5, n. 3, p. 214-224, 2011.

REIS, V. C. S.; CASTRO NETO, M. T. de; SOARES, J. M. E Efeito da aplicação foliar do paclobutrazol na floração e frutificação da mangueira (*Mangifera indica*, L) cv "Tommy Atkins", *Magistra*, v.12, n.1/2, p.11-18, 2000.

REIS, V.C.S. Efeito da aplicação foliar do paclobutrazol na floração e frutificação da mangueira (*Mangifera indica*, L) "Tommy Atkins". 1999. 65p. Dissertação de Mestrado. UFBA, Cruz das Almas, 1999.

SABATO, S. F.; SILVA, J. M.; CRUZ, J. N.; SALMIERI, S.; RELA, P. R.; LACROIX, M. Study of physical-chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.) in an international consignment. *Food Control*. v. 20, p. 284-288, 2009.

SANTOS, S. A. dos. Produção e qualidade de frutos da mangueira "Kent" com o uso de paclobutrazol (PBZ) no Submédio Vale do São Francisco. 2017. 80 f. Dissertação de Mestrado (Horticultura Irrigada) - Universidade do Estado da Bahia - Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, Juazeiro, 2017.

SANTOS-VILLALOBOS, S.; FOLTER, S.; DELANO-FRIER, J.; GÓMEZ-LIM, M. & GUZMÁN-ORTIZ, D. Growth Promotion and Flowering Induction in Mango (*Mangifera indica* L. cv. "Ataulfo") Trees by Burkholderia and Rhizobium Inoculation: Morphometric, Biochemical, and Molecular Events. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 32, n. 3, p. 615-627, 2013.

SAXENA, P.; SINGH, V.K.; PATHAK, N. Antioxidative enzymes and biochemical changes in paclobutrazol induced flowering in mango (*M. indica*) cultivars. *Journal of Environmental Biology*, v. 35, n.6, p.1061-1066, 2014.

SCHAFFER, B.; WHILEY, A. W.; CRANE, J. H. Mango In: SCHAFFER, B. & ANDERSEN, P.C. Handbook of environmental physiology of fruit crop, subtropical crop. Boca Raton, CRC, v.2, p.170-200, 1994.

SILVA, C. R. de R; FONSECA, E. B. A; MOREIRA, M. A. A cultura da Mangueira, 2000. Disponível em: <www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_24.pdf>. Acesso em: 20 de out de 2018.

SILVA, D.F.P.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P. R; STRUIVING, T.B. Amadurecimento de manga 'Ubá' com etileno e carbureto de calagem na pós-colheita. Ciência Rural, v. 42, n. 2, p. 213-220, 2012.

SILVA, J. I. O. E. Uso de reguladores de crescimento na indução floral de mangueiras da variedade tommy Atkins. 2007. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

SILVA, J.A.L; NEVES, J.A. Combinação do paclobutrazol, sulfato de potássio e etefon na indução floral da mangueira cv. Tommy Atkins. Comunicata Scientiae, v. 2, n.1, p.18-24, 2011.

SILVA, P. C. G.; COELHO, R. C. Socioeconomia. In: MOUCO, M. A. (Ed.). O cultivo da mangueira. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

SIMÕES, W. L.; SOUZA, M. A. de; MOUCO, M. A. do C.; DE LIMA, M.A.C.; CALGARO, M. Paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação na indução floral da mangueira Keitt. In: Inovagri International Meeting, 4.; Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE, 3., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI: ABID: UFC, 2017.

SINGH, D. K.; RAM, S. Level of paclobutrazol residues in shoot and fruit of mango Indian. J. Plant Physiol. v.5, p. 186-188, 2000.

SINGH, V. K.; SHARMA, K. Physiological and biochemical changes during flowering of mango (*Mangifera indica*). International Journal of Plant Developmental Biology, v.2, p. 100-105, 2008.

SOPHER, C.R., M.KROL, N.P.A. HUNER, A.E. MOORE, and R.S. FLETCHER. Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced protection in maize seedlings. *V.77, n.2, 279-290, 1999.*

SOUZA, M. A.; MESQUITA, A.C.; SIMÕES, W.L; FERREIRA, K.M; ARAUJO, E.F.J. Physiological and biochemical characterization of mango tree with paclobutrazol application via irrigation. *Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 46, n. 4, p. 442-449, Dec. 2016.*

SOUZA, M.A. Caracterização fisiológica e produção da mangueira em função da aplicação de paclobutrazol via sistema de irrigação. 2015. 61f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) – Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal* – 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIWARI, D. K.; PATEL, V.B.; PANDEY, A.K. Floral induction in mango: Physiological, biochemical and molecular basis. *International Journal of Chemical Studies, India, v. 6, n.1, p. 252-259, 2018.*

UPRETI, K. K.; REDDY, Y.T.N.; SHIVU PRASAD, S.R; BINDU, G.V.; JAYARAM, H.L.; RAJAN, S. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. "Totapuri". *Scientia Horticulturae, v. 150, p. 414-418, 2013.*

WANG, S.Y.; BYUN, J.K.; STEFFENS, G.L. Controlling plant growth rate via the gibberellin biosynthesis II: Biochemical and physiological alterations in apple seedlings, *v.82, p.11-14, 1985.*

WERNER, H. Influence of paclobutrazol on growth and leaf nutrient content of mango (cv. Blanco). *Acta Horticulturae, v.341, p.225-231, 1993.*

WHILEY, A.W. AND SCHAFFER, B. Stress Physiology, Chapter V. In: Litz, R.E., Ed., *The Mango, Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, 147-176, 1997.

WONGSRISAKULKAEW, Y.; BOONPRAKOB, U.; SETHPAKDEE, R.; JUNTAWONG, N. Effect of paclobutrazol concentrations and time of foliar application on flowering of 'Namdokmai-sitong' mango. *International Journal of Geomate*, v. 12, n. 30, p.41-45, 2017.

YELENOSKY, G.; VU, J.C.V.; WUTCHER, H.K. Influence of paclobutrazol in the soil on growth, nutrient elements in the leaves and flood/freeze tolerance of citrus rootstocks seedlings. *J. Plant Growth Regul.*, v.14, p.129-134, 1995.

YESHITELA, T.B.; 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* L.) in Ethiopia. *New Zealand Jour of Crop and Horticultural Science*, v.32, n.3, p. 281-293, 2004.

CAPITULO I

ALTERNATIVA DE APLICAÇÃO DO PBZ NOS ASPECTOS BIOQUÍMICOS E FISIOLÓGICOS DA MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS'

RESUMO

O paclobutrazol (PBZ) tem sido amplamente utilizado para estimular o florescimento da mangueira, regulando o crescimento vegetativo, promovendo alterações na atividade fotossintética e na produção de fotossintatos. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de formas de aplicação e de doses de PBZ aplicadas via sistema irrigação sobre as variáveis bioquímicas e fisiológicas da mangueira cultivar Tommy Atkins. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2 +1, sendo o primeiro fator, doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g i.a. por metro linear de copa), e o segundo duas fases de coleta (vegetativa e floração) e um tratamento adicional (controle), com a aplicação de uma dose na forma convencional (2,0 g i.a. por metro linear de copa aplicada manualmente a lanço), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores, aminoácidos totais, proteínas solúveis totais, fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e temperatura foliar. A aplicação do PBZ via fertirrigação mostrou-se mais eficiente do que a aplicação convencional. O aumento das doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação reduziram as trocas gasosas na mangueira cultivar Tommy Atkins.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangifera indica* L.; paclobutrazol; carboidratos; trocas gasosas

ABSTRACT

Paclobutrazol (PBZ) has been widely used to stimulate flowering of the mango, promoting changes in photosynthetic activity and in the production of photosynthates. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of application forms and doses of PBZ applied via irrigation system on the biochemical and physiological variables of the Tommy Atkins cultivar mango. The experimental design was a randomized complete block design in a 5x2 +1 factorial scheme, with the first five doses of PBZ applied through the irrigation system (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 g a.i. per linear meter of canopy) and a second treatment phase (vegetative and flowering) and an additional treatment, with the application of a dose in the

conventional form (2.0 g a.i. per linear meter of canopy applied manually to the haul), with four replications. The analyzed variables were total soluble sugars, reducing sugars, non-reducing sugars, total amino acids, total soluble proteins, photosynthesis rate, stomatal conductance, transpiration and foliar temperature. The application of PBZ via fertigation proved to be more efficient than conventional application. Increased doses of PBZ applied via the irrigation system reduced gas exchange in the Tommy Atkins mango.

Keywords: *Mangifera indica* L.; paclobutrazol; carbohydrates; gas exchange.

INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera Indica* L.) é considerada uma das mais importantes frutas tropicais cultivadas no mundo. O Brasil, além de ser autossuficiente na produção de manga, também é um dos maiores exportadores da fruta, com 179 mil toneladas embarcadas em 2017 e uma receita de mais de US\$ 205 milhões (Anuário Brasileiro de Fruticultura 2018).

Os pomares de manga do Submédio do Vale do São Francisco representam uma das principais cadeias produtivas da fruticultura brasileira. A utilização de tecnologias eficientes, associada ao empreendedorismo privado, destaca a região pela alta produtividade, qualidade dos frutos e um planejamento de safras para serem colhidas em qualquer época do ano (Mouco & Silva 2015). Isso só é possível, entre outros fatores, devido ao uso de fitorreguladores que permitem o controle da floração, sendo o paclobutrazol (PBZ) o mais utilizado nessa cultura.

O PBZ é um regulador vegetal que inibe a biossíntese de giberelinas, restringe o crescimento vegetativo e induz o florescimento (Upreti et al. 2013). Além disso, a aplicação de PBZ pode influenciar em outras características das mangueiras, como no aumento da concentração de carboidratos e proteínas (Saxena et al. 2014) e altera a atividade fotossintética (Souza et al. 2016).

Respostas diferentes à aplicação do PBZ são obtidas na cultura da mangueira, em função do clima, nutrição e idade das plantas (Albuquerque et al. 2002). A dose e a forma de aplicação também influenciam a resposta das plantas ao PBZ (Souza et al. 2018; Souza et al. 2016; Mouco et al. 2010). Neste caso, o desafio tem sido identificar a dose e o modo de aplicação adequada (Souza et al. 2016; Davenport 2007), uma vez que a sobredosagem pode

causar efeitos indesejáveis, como o atraso no crescimento, a malformação da panícula e a redução no crescimento vegetativo e radicular da mangueira (Wongsrisakulkaew et al. 2017).

A aplicação de PBZ via sistema de irrigação tem sido testada por alguns produtores na região do Submédio do Vale do São Francisco, porém, sem nenhuma validação técnica para cultivar Tommy Atkins, que é uma das mais cultivadas pelos produtores. Dessa forma, estudos das doses de PBZ a serem utilizadas e diferentes formas de aplicação, são necessários para obter melhores rendimentos produtivos e econômicos por meio da prática de indução de floração. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação sobre as variáveis bioquímicas e fisiológicas da mangueira cultivar Tommy Atkins, em comparação a forma convencional de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a agosto de 2018, em um pomar da Fazenda Special Fruit, situada na latitude 9°8'8,9''Sul, longitude 40°18'33,6''Oeste e altitude de 373 m, no município de Petrolina-PE. O clima da região é classificado como Semiárido, do tipo BSw^h segundo Köppen. A umidade relativa e a temperatura média anual é de 66% e 26,5 °C, respectivamente. Os dados climáticos durante o período de condução do trabalho estão apresentados na Figura 1, obtidos de uma estação meteorológica instalada próxima da área experimental.

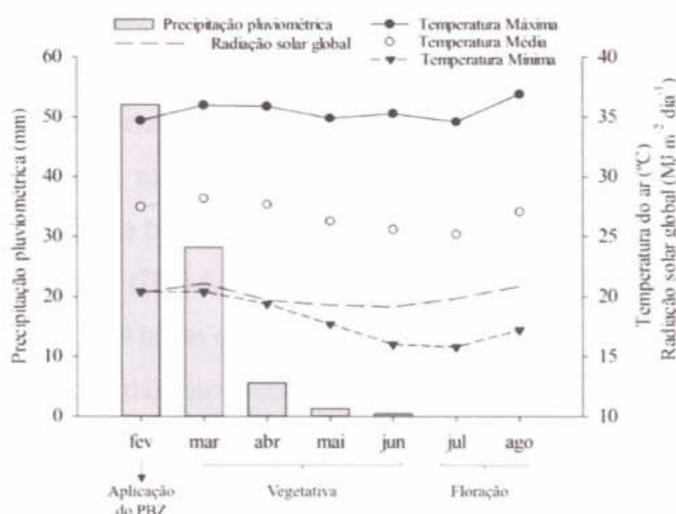


Figura 1. Precipitação pluviométrica, temperatura média do ar e radiação solar global, registradas em Petrolina-PE, durante o ciclo de cultivo (fevereiro a agosto de 2018).

Foram utilizadas plantas de mangueira da cultivar Tommy Atkins, com oito anos de idade, em um espaçamento de 3 x 10 m. A irrigação da área foi realizada por microaspersores instalados junto ao colo da planta. Foi realizado o manejo de um pomar comercial de manga, com podas, capinas, adubação e tratos fitossanitários, conforme descrito por Mouco (2015). A fonte de PBZ utilizada para auxiliar a indução floral foi o Cultar, produto comercial com 25% de ingrediente ativo (i.a.). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $5 \times 2 + 1$, sendo o primeiro fator, cinco doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa), e o segundo fator, duas fases fenológicas da cultura (vegetativa e floração) e um tratamento adicional (controle), com a aplicação de uma dose na forma convencional (2,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada manualmente a lanço), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro plantas, sendo consideradas as duas plantas centrais como úteis.

As plantas foram podadas e o PBZ foi aplicado via sistema de irrigação e de forma convencional, em 26 de fevereiro de 2018. Após a aplicação do PBZ, o sistema de irrigação continuou ligado para atender a demanda de evapotranspiração da cultura do dia e auxiliar na distribuição do produto no perfil do solo em que o sistema radicular encontrava-se distribuído. Decorridos 65 e 70 dias após a aplicação do PBZ, foram iniciadas as pulverizações foliares do nitrato de cálcio e a redução da lâmina de água, para induzir a brotação dos ramos que já estavam maduros.

Foram realizadas avaliações fisiológicas e bioquímicas no tecido foliar, em dois estádios fenológicos do ciclo produtivo da mangueira (Vegetativo - trinta dias após a aplicação do PBZ e Floração - cento e oitenta dias após a aplicação do PBZ). Para análise das respostas fisiológicas relacionadas com as trocas gasosas, foram selecionadas folhas fisiologicamente maduras e expostas ao sol, avaliando-se a fotossíntese líquida (A), a condutância estomática (gs), a transpiração (E) e a temperatura foliar (Tf) através do aparelho medidor de trocas gasosas (IRGA – Modelo Li 6400 Licor®). As amostragens foram realizadas entre 10:00 e 12:00 horas da manhã.

Para determinação das características bioquímicas, foram coletadas folhas após as avaliações fisiológicas. As folhas foram desidratadas em estufa de circulação forçada, a 60° C, até atingirem peso constante. Posteriormente, as amostras foram moídas, embebidas em solução tampão e centrifugadas para obtenção do extrato. Este extrato foi usado para determinar os açúcares solúveis totais (AST), segundo metodologia descrita por Yemm & Willis (1954); açúcares redutores (AR), quantificados pelo método Dinitrossalicilato – DNS (Miller 1959); proteínas solúveis totais (PTN), seguindo o método descrito por Bradford

(1976); aminoácidos totais (AA), pelo ensaio da ninhidrina, utilizando a metodologia de Yemm & Coccking (1955). Os teores de açúcares não redutores (ANR) foram determinados pela diferença entre o açúcar total solúvel e as concentrações de açúcares redutores.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os valores médios da dose de 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada via sistema de irrigação e forma convencional de aplicação foram submetidos ao teste de Tukey (5%), e as doses aplicadas via sistema de irrigação foram submetidas à regressão quando significativas (5%), comparando-se nas fases fenológicas da cultura. As análises foram feitas com o auxílio do programa SISVAR® 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância dos fatores estudados, observou-se interação significativa entre as formas de aplicação do PBZ e fases fenológicas da cultura, para as características açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos totais (AA). Os teores de açúcares não redutores (ANR) foram afetados de modo isolado pelas formas de aplicação (Tabela 1).

Tabela 1. Açúcares solúveis totais (AST), aminoácidos totais (AA) e açúcares não redutores (ANR) no tecido foliar de mangueira (cultivar Tommy Atkins), em função das formas de aplicação de PBZ (dose 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa) e fases fenológicas. Petrolina/PE, 2018.

Formas de aplicação	AST (mg.g ⁻¹)		AA (umol g ⁻¹ MS)		ANR (mg.g ⁻¹)
	Vegetativa	Floração	Vegetativa	Floração	
Convencional	6,04 Aa	5,63 aA	5,07 bB	7,96 aA	3,23 a
Via sistema de irrigação	5,57 Aa	3,58 bB	9,45 aA	8,88 aA	2,07 b
cv%	8,90		9,43		15,24

Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação aos AST, quando utilizado o método convencional (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as fases fenológicas, porém, no método não convencional ocorreu maior teor de AST na fase vegetativa. No comparativo entre as fases fenológicas, observou-se que na fase vegetativa, não ocorreu diferença significativa entre os métodos. Já na floração, há menor teor de AST quando utilizado o sistema não convencional. Essa redução pode estar associada ao fato da aplicação via sistema de irrigação disponibilizar o PBZ de forma mais bem distribuída na zona de maior concentração de raízes da planta, onde o sistema radicular encontra-se mais ativo, promovendo assim uma assimilação mais eficiente do produto. Com isso, o PBZ aumentou o teor de AST na fase vegetativa e durante a fase de floração, ocorreu

um elevado consumo de carboidratos para formação e desenvolvimento das panículas, resultando em menores teores de AST nas folhas.

De acordo com Saxena et al. (2014), as mudanças no teor de açúcar total podem ocorrer por causa do aumento do nível de açúcares redutores e à conversão da fração insolúvel do carboidrato em fração solúvel durante a diferenciação das gemas florais. Souza et al. (2016), avaliando os teores de AST em função de diferentes formas de aplicação do PBZ e fases fenológicas em mangueira cultivar Palmer, observaram que as formas de aplicação não apresentaram efeito significativo sob essa característica.

Os teores de aminoácidos totais, durante a fase vegetativa foram menores quando utilizou-se o sistema convencional (Tabela 1). Porém, na fase de floração, não foi observado diferenças significativas entre os métodos de aplicação. Comparando-se as formas de aplicação, verificou-se que o sistema convencional promoveu maiores teores de AA durante a floração. No entanto, quando utilizou-se o sistema não convencional, não houve diferenças estatísticas entre as fases fenológicas da cultura. Saxena et al. (2014) relataram que durante a fase reprodutiva da mangueira, ocorre um aumento significativo nos teores de aminoácidos nas folhas, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho. Tiwari et al. (2018) afirmam que os aminoácidos desempenham importante papel na indução floral da mangueira, isso porque, estão envolvidos em grande parte, no metabolismo primário e secundário, levando à síntese de vários compostos que regulam a floração e contribuem para a produção e qualidade dos frutos.

Os maiores teores de açúcares não redutores foram observados quando utilizado o sistema convencional (controle), que promoveu um acréscimo de 36% em relação ao sistema não convencional. Conforme Koch (2004), açúcares solúveis, como sacarose, glicose e frutose, são importantes substratos do metabolismo que ajudam as plantas em vários eventos do seu desenvolvimento e nos seus processos fisiológicos, regulando a importação de carbono para o coletor metabolicamente ativo.

Avaliando-se as fases fenológicas da cultura, verificou-se que independente da forma de aplicação, os açúcares redutores (AR), as proteínas solúveis totais (PTN), a taxa de fotossíntese (A), a condutância estomática (gs) e a temperatura foliar (Tf), apresentaram efeito significativo (Tabela 2). Os maiores teores de AR, A, gs e Tf foram obtidos na fase vegetativa. Durante a floração, essas variáveis apresentaram reduções de 47, 66, 89 e 6,5%, respectivamente. Em contraste, os teores de PTN obtiveram um acréscimo de 62% nessa fase.

Tabela 2. Açúcares redutores (AR), proteínas solúveis totais (PTN), fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e temperatura foliar (Tf), em duas fases fenológicas da mangueira cultivar Tommy Atkins, independente da forma de aplicação da dose 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa. Petrolina/PE, 2018.

	AR (mg.g ⁻¹)	PTN (mg.g ⁻¹)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Tf (°C)
Vegetativa	3,24 a	0,44 b	24,87 a	0,45 a	31,21 a
Floração	1,72 b	1,16 a	8,50 b	0,05 b	29,19 b
cv%	11,44	7,19	15,98	16,40	1,55

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conforme Davenport (2007), os teores de carboidratos nas folhas estão envolvidos no desenvolvimento da panícula e na intensidade da indução do florescimento, portanto, a redução tanto dos açúcares solúveis totais quanto dos açúcares redutores durante a fase de floração, pode ter ocorrido em função da demanda energética para formação das inflorescências. Trabalhando com mangueiras 'Ataulfo', Santos-Villalobos et al. (2013) observaram que os teores de carboidratos decresceram com o tempo, sugerindo que foram consumidos para originar panículas e para promover o seu desenvolvimento. Urban et al. (2004) relataram que uma redução acentuada nos teores de açúcares redutores nas folhas, durante a floração pode ocorrer devido a maior parte da reserva de carboidratos ser exaurida no processo de floração.

A maior taxa fotossintética, condutância estomática e temperatura foliar na fase vegetativa, podem estar associadas aos dados climáticos, principalmente relacionados à maior radiação solar, já que nesse período foram observadas as maiores médias (Figura 1). Segundo Koyama et al. (2012), a radiação solar é uma fonte de energia essencial para a atividade fotossintética nas plantas. Assim, quanto mais alta a intensidade luminosa por longos períodos, mais CO₂ é reduzido e mais carboidratos serão produzidos (Fischer et al. 2016). Souza et al. (2016), avaliando o efeito das fases fenológicas sob as variáveis fisiológicas de mangueiras cultivar Palmer, observaram que os maiores valores de taxa de fotossíntese foram encontrados na fase de floração, divergindo dos resultados encontrados neste trabalho. Essa divergência nos resultados pode estar relacionada às diferenças genotípicas e devido as diferentes condições agroclimáticas durante a condução das pesquisas.

O maior acúmulo de proteínas solúveis totais na fase de floração evidencia o grande transporte de fotoassimilados nessa fase. Os resultados confirmaram que ocorre uma

mobilização intensa de proteínas de folhas para botões florais no estágio de emissão de brotos, a fim de sustentar a alta demanda de proteína durante a floração. Um maior acúmulo de proteína durante a iniciação floral também foi observado por Urban et al. (2004), e segundo esses autores, esse aumento pode criar condições que estimulam a floração.

Para as variáveis analisadas, não foram observadas interações ($p < 0,05$) entre as fases fenológicas e as doses aplicadas via sistema de irrigação, demonstrando que independentemente da fase, as doses do PBZ proporcionaram o mesmo efeito nas plantas. Em relação às fases fenológicas (Tabela 3), pode-se verificar que os teores de carboidratos foram mais afetados na fase de floração, onde obtiveram uma redução de 52% nos teores de AST e de 35% nos AR. No entanto, os teores de proteínas solúveis totais foram maiores durante a fase de floração, apresentando um acréscimo de 56%.

Tabela 3. Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), proteínas solúveis totais (PTN), fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e a temperatura foliar (Tf) em duas fases fenológicas da mangueira cultivar Tommy Atkins, independente das doses aplicadas via sistema de irrigação. Petrolina/PE, 2018.

	AST (mg g ⁻¹)	AR (mg g ⁻¹)	PTN (mg g ⁻¹)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	gs (mol m ⁻² s ⁻¹)	E (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	Tf (°C)
Vegetativa	5,62 a	3,33 a	0,47 b	23,77 a	0,53 a	2,53 a	30,77 a
Floração	3,66 b	1,60 b	1,08 a	9,78 b	0,07 b	1,98 b	29,77 b
cv%	14,14	9,82	11,13	14,57	13,31	12,62	2,46

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

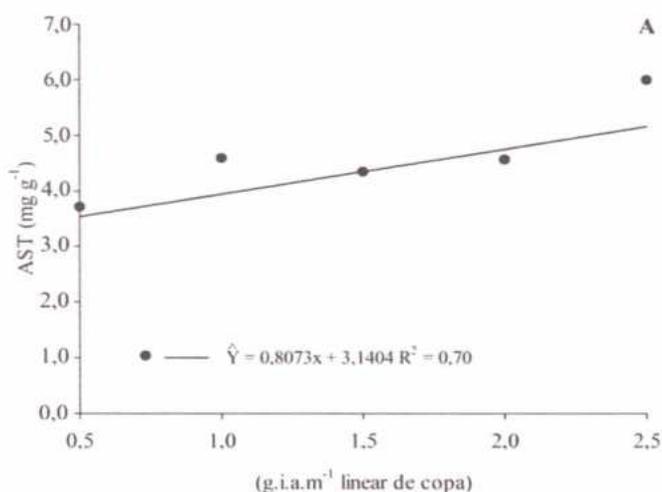
Essa redução nos teores de AST e AR, durante a fase de floração, pode ter ocorrido provavelmente em função do início da translocação dos carboidratos necessários para a formação das panículas, utilizando os açúcares solúveis totais e açúcares redutores para respiração e síntese de moléculas essenciais para o florescimento. Esses resultados corroboram com o descrito por Bolding et al. (2003), os quais informam que o consumo de carboidratos, normalmente, ocorre por ocasião das brotações e emissão de flores no cultivo da mangueira. Singh & Rajan (2009), avaliando a variação de cultivares de manga comercial, quanto à produção de fotossintato e sua eficiência de translocação, também observaram menores teores de AST e AR durante o início da floração.

O maior acúmulo de proteínas na fase de floração pode ser devido à sua mobilização acelerada em direção aos botões florais. A segmentação e canalização de proteína de baixo peso molecular da fonte (folhas) para os drenos são conhecidas por ser mais fácil do que com

seu peso molecular mais alto (Singh & Kumari 2011). Portanto, o aumento da mobilização de proteínas de baixo peso molecular pode ser uma das ajudas do PBZ para melhorar a floração em mangueira (Saxena et al. 2014).

Os maiores valores de trocas gasosas foram constatados na fase vegetativa, com decréscimos de 59% na taxa fotossintética, 87% na condutância estomática, 3% na taxa de transpiração e 22% na temperatura foliar, durante a floração (Tabela 3). Além disso, verificou-se que a condutância estomática, a taxa de transpiração e a temperatura foliar seguiram tendência semelhante à taxa de fotossíntese, demonstrando haver elevada correlação com o fenômeno de abertura e fechamento estomático. Essa redução nas trocas gasosas durante a fase de floração pode estar atrelada às diminuições verificadas na radiação solar acumulada e na temperatura do ar (Figura 1). Uma maior eficiência fotossintética promoverá um maior acúmulo de carboidratos, que podem contribuir bastante no florescimento, frutificação e produção dos frutos (Sarker & Rahim 2018). Singh et al. (2017) estudando o efeito do PBZ nas características fisiológicas da lichia, também registraram maiores A, E e gs durante a fase vegetativa, quando comparada com a floração. Conforme esses autores, isso pode ser atribuído ao início da recuperação da exaustão das plantas, devido à forte carga da safra na temporada.

Avaliando os teores de açúcares solúveis totais em função das doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação (Figura 2A), verificou-se que o aumento da dose de PBZ, promoveu um acréscimo significativo nos teores de AST. O maior teor de açúcares solúveis totais ($6,0 \text{ mg.g}^{-1}$) foi verificado na aplicação da maior dose de PBZ ($2,5 \text{ g.i.a.m}^{-1}$ linear de copa), enquanto que o menor teor ($3,69 \text{ mg.g}^{-1}$) foi observado com a aplicação da menor dose ($0,5 \text{ g.i.a.m}^{-1}$ linear de copa).



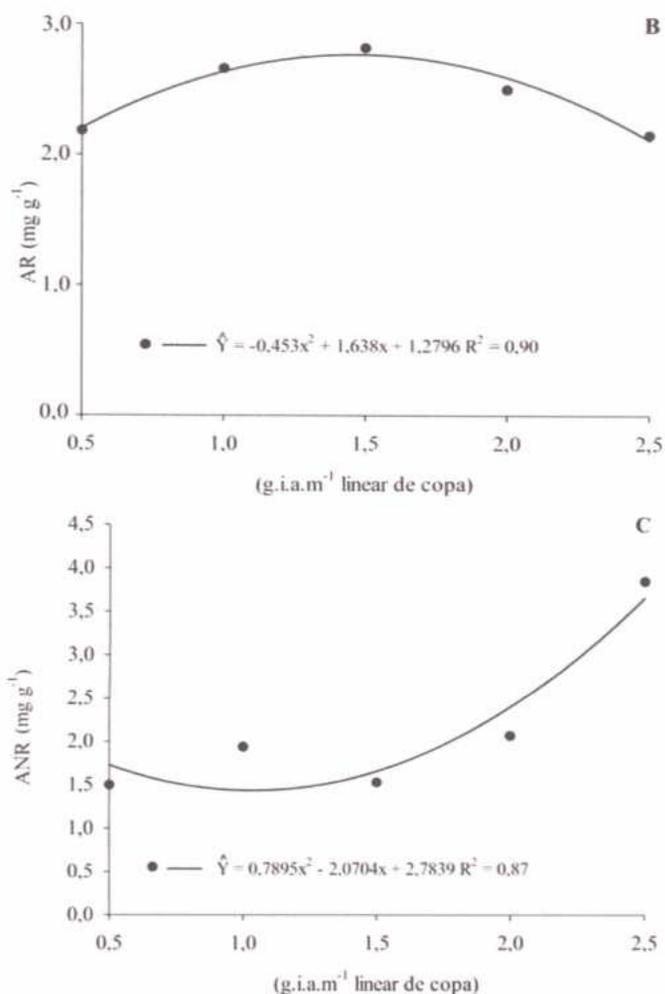


Figura 2. Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR) no tecido foliar de mangaieira (cultivar Tommy Atkins), em função das doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação. Petrolina/PE, 2018.

Esse aumento no teor de açúcares solúveis totais pode ser efeito do declínio do conteúdo de giberelinas pelo PBZ, conforme relatado por Upreti et al. (2014). Segundo esses mesmos autores, as giberelinas promovem a quebra de carboidratos para o sustentar o crescimento vegetativo e como o PBZ atua como um inibidor da biossíntese de giberelinas, consequentemente os níveis de giberelinas inibidos contribuíram para o aumento dos níveis de carboidratos. Saxena et al. (2014), em estudo com mangaieira ‘Amparali’, também observaram incremento nos teores de açúcares totais em resposta ao tratamento com PBZ, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Em relação aos AR, observou-se que houve um aumento nos teores com o acréscimo das doses de PBZ até a dose máxima de 1,8 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, que foi equivalente a 2,76 mg.g⁻¹. Esses resultados mostraram que a aplicação de PBZ influenciou significativamente no

balanço de carboidratos das folhas. Semelhantemente, Lima (2018) analisando os efeitos bioquímicos de doses de PBZ na indução floral da mangueira 'Ubá', também observou um acréscimo nos teores de açúcares redutores até a dose 1,5 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, com os dados ajustando-se ao modelo quadrático.

Esses resultados discordam do encontrado por Souza et al. (2016), que observaram uma redução linear nos teores de açúcares redutores em resposta a aplicação de PBZ via sistema de irrigação, onde o menor teor (1,31 mg.g⁻¹) foi encontrado com a aplicação de 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa. Para os teores de ANR, esses autores também verificaram resposta quadrática, em que o maior teor foi de 14,32 mg.g⁻¹, observado com a aplicação de 1,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa.

Quando avaliada a influência das doses de PBZ nos teores de açúcares não redutores (Figura 2C), verificou-se que esses ajustaram-se ao modelo quadrático, onde o menor teor de ANR (1,42 mg.g⁻¹) foi observado com a aplicação de 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa. A partir de então, ocorreu um aumento nos teores de açúcares não redutores, à medida que se aumentou as concentrações de PBZ.

Oliveira et al. (2013), avaliando a relação entre o desenvolvimento reprodutivo e a concentração de carboidratos nas folhas de plantas de oliveira mediante a aplicação de PBZ, observaram um aumento linear nos teores de ANR à medida que se aumentou as doses. Segundo esses autores, esse comportamento provavelmente está ligado ao menor crescimento vegetativo das plantas em função da aplicação do PBZ, com isso pode-se atribuir que menor quantidade de sacarose foi convertida a glicose e frutose (açúcares redutores) por meio da hidrólise de agrupamentos que estes estão interligados.

Pode-se verificar, a partir das figuras 3A e 3B, que tanto os teores de aminoácidos como os de proteínas solúveis totais apresentaram comportamento quadrático. Sendo o aminoácido percussor de proteína, haverá com o aumento de aminoácidos um aumento de proteínas. Para os teores de AA, o valor máximo (9,10 umol g⁻¹ MS) foi obtido na dose 1,8 g.i.a.m⁻¹ linear de copa. Nos teores de PTN, o maior valor foi encontrado na dose 1,8 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, que correspondeu a 0,81 mg.g⁻¹. Saxena et al. (2014) encontraram que o teor de PTN nas folhas diminuiu gradualmente com o aumento da concentração de PBZ, sendo a diminuição máxima notada em 8 g.a.i. por m². Trabalhos realizados por Anusuya et al. (2018) com a cultivar Bangalora, utilizando diferentes concentrações de PBZ, constataram que o máximo teor de PTN (13,96 mg.g⁻¹) foi registrado em plantas tratadas com 0,75 g a.i. por m².

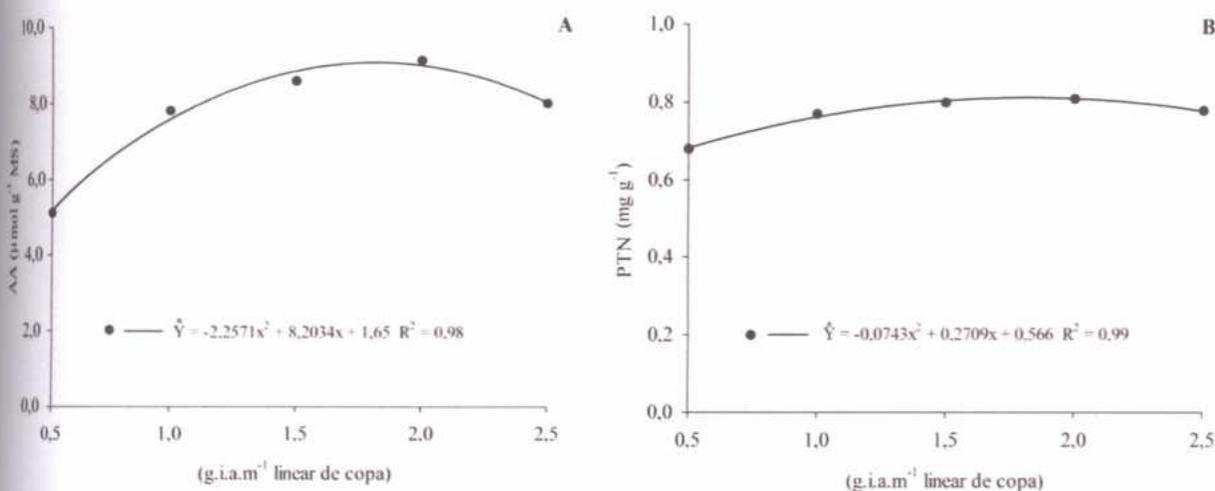
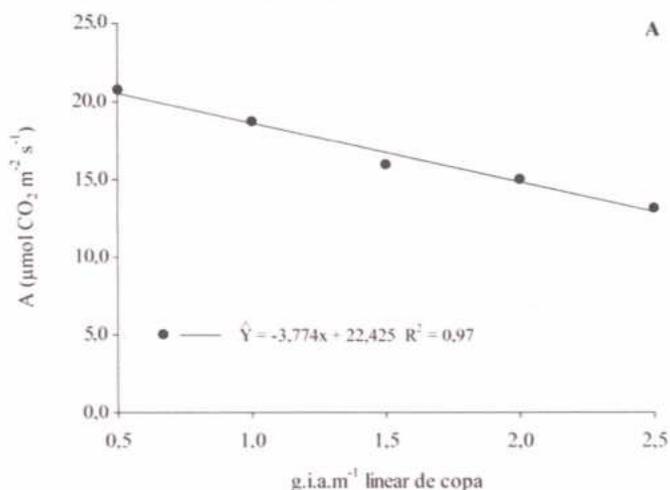


Figura 3. Aminoácidos totais (AA) e proteínas solúveis totais (PTN), no tecido foliar de mangueira (cultivar Tommy Atkins), em função da aplicação de PBZ via irrigação. Petrolina/PE, 2018.

Para as características fisiológicas verificou-se que, o aumento das doses de PBZ promoveu uma redução na taxa de fotossíntese e na condutância estomática (Figuras 4A e 4B). No entanto, aumentou significativamente a temperatura foliar (Figura 4C). A taxa de fotossíntese e a condutância estomática apresentaram comportamento linear decrescente. O aumento das concentrações de PBZ propiciou uma redução de 36% na taxa de fotossíntese e de 47% na condutância estomática, em relação à média da menor dose. A menor taxa de fotossíntese ($13,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e condutância estomática ($0,21 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram verificadas na aplicação da maior dose do PBZ. Provavelmente, esse declínio na taxa de fotossíntese está relacionado à redução da condutância estomática e a elevação da temperatura foliar, em virtude do aumento das doses aplicadas.



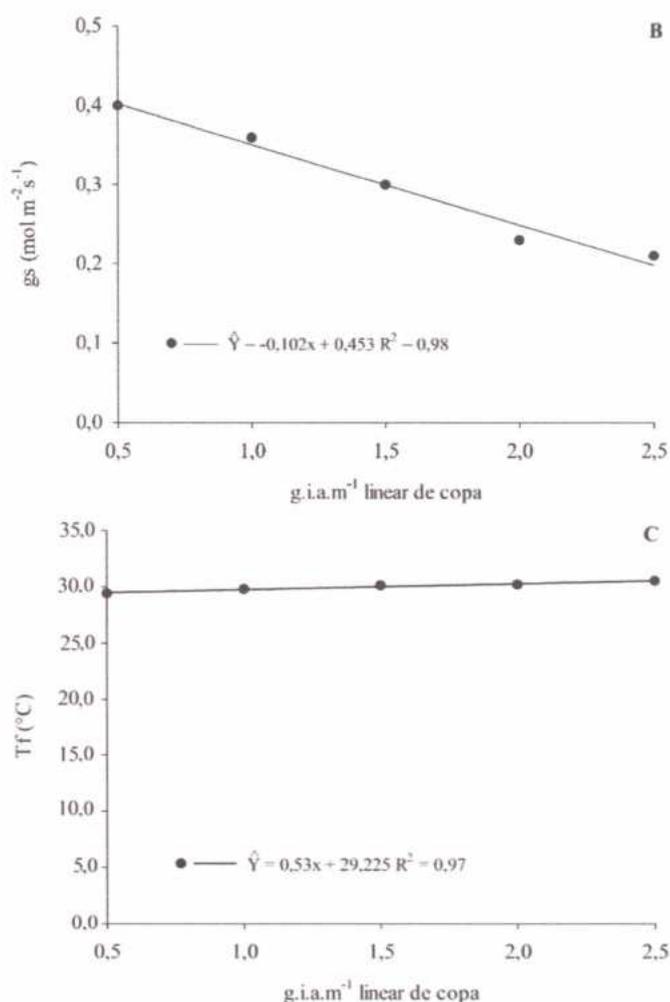


Figura 4. Taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e temperatura foliar (Tf) da mangueira (cultivar Tommy Atkins), em função da aplicação de paclobutrazol via irrigação. Petrolina/PE, 2018.

Souza et al. (2016), afirmam que o aumento das doses de PBZ promovem o fechamento estomático, sendo esse um mecanismo adaptativo das plantas para evitar perdas excessivas de água, principalmente sob condições de estresse. Conforme Taiz & Zeiger (2017), a elevada temperatura foliar pode chegar a níveis prejudiciais ao metabolismo da planta e provocar diminuição na taxa fotossintética, redução na atividade enzimática e até a desnaturação de enzimas.

CONCLUSÕES

A aplicação do paclobutrazol via sistema de irrigação mostrou-se mais eficiente que a aplicação convencional.

A maioria das características bioquímicas, obteve os maiores valores com a aplicação de menores doses de paclobutrazol.

O aumento das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação reduz as trocas gasosas na mangueira cultivar Tommy Atkins.

AGRADECIMENTOS

À Capes pela bolsa de mestrado, a UNEB e a Embrapa pelo apoio ao desenvolvimento e condução do experimento.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. do C. Indução floral. In: GENU, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (Ed.). *A cultura da mangueira*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. cap. 13, p. 259-276, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz, 2018. Disponível em: < <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-018/files/assets/basichtml/index.html#2> >. Acesso em: 4 nov. 2018.

ANUSUYA, R. et al. Comparison of physiological and flowering parameters of main and off season by using different plant nutrients and growth hormone in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Bangalora R. *Journal of Agriculture and Ecology*. v.5, p.76-82, 2018.

BOLDING, H. et al. Seasonal concentration of nonstructural carbohydrates of five Actinidia species in fruit, leaf and fine root tissue. *Annals of Botany*, v. 85, n. 4, p. 469-476, 2003.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v.72, n.1-2, p.248-258, 1976.

DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology of mango. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, n. 4, p. 363-376, 2007.

FISCHER, G.; RAMÍREZ, F.; CASIERRA-POSADA, F. Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change. A review. *Agronomia Colombiana*, v. 34, n. 2, p.190-199, 2016.

KOCH, K. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, v. 7, 235–246, 2004.

KOYAMA, K. et al. Light quality affects flavonoid biosynthesis in young berries of Cabernet Sauvignon grape. *Phytochemistry*, v. 78, p.54-64, 2012.

LIMA, J.T. *Efeitos fisiológicos e bioquímicos da mangueira 'Ubá' em resposta ao manejo de desponete e aplicação de paclobutrazol*. 2018. 60. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, UFES, Espírito Santo, 2018.

MILLER, E. L. Use of dinitrosalicylic and reagent determination of sugar. *Analytical Chemistry*, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo de mangueira. 3. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015 (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7743&p_r_p_-996514994_topicoId=8288>. Acesso em: 10 out. 2018.

MOUCO, M. A. do C.; ONO, E. O. O.; RODRIGUES, J. D. Mango flower induction in the Brazilian Northeast Semi-arid with gibberellin synthesis inhibitors. *Acta Horticulturae*, Leuven, n. 884, p. 591-596, 2010.

MOUCO, M. A. do C.; SILVA, D. J. *Mangicultura: produção de qualidade ganha mercados no Brasil e no exterior*. Cadernos do Semiárido: Riquezas e Oportunidades, Recife, n. 4, p. 20-23, 2015. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1063069>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

OLIVEIRA, D.L. et al. Teores de carboidratos e indução do florescimento em mudas de oliveira submetidas a aplicação de paclobutrazol. *Scientia Agraria Paranaensis*, vol. 12, n. 3, p. 221-226, 2013.

SANTOS-VILLALOBOS, S. L. et al. Growth Promotion and Flowering Induction in Mango (*Mangifera indica* L. cv "Ataulfo") Trees by Burkholderia and Rhizobium Inoculation: Morphometric, Biochemical, and Molecular Events. *Journal Of Plant Growth Regulation*, v. 32, n. 3, p.615-627, 2013.

SARKER, B.C; RAHIM, M.A. Influence of paclobutrazol on growth, yield and quality of mango. *Bangladesh Journal Of Agricultural Research*, v. 43, n. 1, p.1-12, 2018.

SAXENA, P.; SINGH, V.K.; PATHAK, N. Antioxidative enzymes and biochemical changes in paclobutrazol induced flowering in mango (*M. indica*) cultivars. *Journal of Environmental Biology*, v. 35, n.6, p.1061-1066, 2014.

SINGH, S.K. et al. Physio-biochemical status of shoots related to litchi flowering. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, v.7 (1): 185-189, 2017.

SINGH, V.K.; RAJAN, S. Changes in photosynthetic rate, specific leaf weight and sugar contents in mango (*Mangifera indica* L.). *Open Horticulture Journal*, v.2, p.40-43, 2009.

SINGH, V.K.; S. KUMARI. Changes in biochemical and mineral constituents associated with jelly seed in mango (*Mangifera indica*) cv. 'Dashehari'. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. V.81, n.6, p.563-566, 2011.

SOUZA, M. A. de et al. Physiological and biochemical characterization of mango tree with paclobutrazol application via irrigation. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 46, n. 4, p. 442-449, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal* – 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIWARI, D. K.; PATEL, V.B.; PANDEY, A.K. Floral induction in mango: Physiological, biochemical and molecular basis. *International Journal of Chemical Studies*, v. 6, n.1, p. 252-259, 2018.

UPRETI, K. K. et al. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. "Totapuri". *Scientia Horticulturae*, v. 150, p. 414–418, 2013.

UPRETI, K. K. et al. Paclobutrazol induced changes in carbohydrates and some associated enzymes during floral initiation in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Totapuri. *Indian Journal Plant Physiology*, v.19, p. 317-323, 2014.

URBAN, L.; LU, P.; THIBAUD, R. Inhibitory effect of flowering and early fruit growth on leaf photosynthesis in mango. *Tree Physiology*, v. 24, p.387-399, 2004.

WONGSRISAKULKAEW, Y. et al. Effect of paclobutrazol concentrations and time of foliar application on flowering of 'Namdokmai-sitong' mango. *International Journal of Geomate*, v. 12, n. 30, p.41-45, 2017.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrona. *The Biochemical Journal*, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino acids with ninhydrin. *Analyst*, v. 80, p. 209-213, 1955.

CAPITULO II

MANEJO DA APLICAÇÃO DO PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'

RESUMO

A aplicação do paclobutrazol (PBZ) via sistema de irrigação, para induzir o florescimento da mangueira, possibilita uma aplicação de forma segura e pode disponibilizar a quantidade apropriada do produto, reduzindo-se os custos de produção enquanto se protege o operário e o ambiente. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi determinar a dose mais eficiente do PBZ a ser aplicada via sistema de irrigação para manejo da produção e qualidade de frutos na mangueira cultivar Tommy Atkins na região do Submédio do Vale do São Francisco. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa) e um tratamento adicional (controle), com a aplicação de uma dose na forma convencional (2,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada manualmente a lanço), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: número de panículas, comprimento da panícula, número de frutos por planta, peso médio de fruto, produção por planta e as características qualitativas dos frutos. A aplicação do paclobutrazol via sistema de irrigação demonstrou-se mais eficiente que a aplicação convencional, na qual a dose 1,4 g i.a.m⁻¹ linear de copa proporcionou um maior número de frutos e produção por planta. O maior teor de sólidos solúveis totais nos frutos foi obtido na dose 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa e a acidez diminui à medida que se aumentou a dose de PBZ aplicada.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L.; PBZ; pós-colheita

ABSTRACT

An application of paclobutrazol (PBZ) through the irrigation system to induce the flow of the hose, enables a safe application and can provide its own amount of product, reducing production costs while protecting the worker and the environment. This is a program to determine the most efficient dose of PBZ, which can be applied through the irrigation system to manage the production and quality of fruits of the Tommy Atkins mango cultivar in the

Submedio region of the São Francisco Valley. The experimental design was a randomized block, with five doses of PBZ applied by irrigation system (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g i.a.m⁻¹ canopy linear), and an additional treatment (control), with the application of a dose in the conventional form (2,0 g.i.a.m.⁻¹ linear canopy applied manually to haul) with four replicates. The analyzed variables were: number of panicles, panicle length, number of fruits per plant, average fruit weight, yield per plant and the qualitative characteristics of the fruits. The application of paclobutrazol via irrigation system proved to be more efficient than the conventional application, in which the linear dose 1.4 g i.a.m⁻¹ cup yielded a higher number of fruits and yield per plant. The highest total soluble solids content in fruits was obtained at the linear dose of 1.3 g.i.a.m⁻¹ cup and the acidity decreased as the dose of PBZ applied was increased.

Keywords: *Mangifera indica* L.; PBZ; post-harvest

INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas tropicais mais apreciadas no mundo devido ao seu sabor e aroma agradáveis, além da coloração atraente e alto valor nutritivo (Silva et al., 2012). O cultivo da mangueira é uma das principais atividades do agronegócio frutícola brasileiro, com constante crescimento nos últimos anos (Reetz et al., 2015). O Brasil ocupa a sétima posição como produtor mundial e o quarto lugar como exportador (FAO, 2018). É cultivada em todas as regiões brasileiras e 75% da produção é proveniente do Nordeste. Nessa região, o cultivo ocorre preferencialmente em áreas irrigadas do semiárido, que propiciam excelentes condições para o cultivo desta cultura, possibilitando alta produtividade e qualidade dos frutos (Almeida et al., 2015).

A cultivar mais plantada na região é a Tommy Atkins, devido principalmente à sua tolerância à antracnose, por ter alta produtividade e também por apresentar elevada aceitação no mercado interno e externo. Apesar de ser uma cultura amplamente explorada, ainda passa por problemas relacionados à regularidade de floração, afetando a oferta dessa fruta, e com isso precisando de pesquisas para a identificação de produtos e métodos que controlem esse fenômeno (Oliveira et al., 2014)

Para o eficiente manejo de produção da mangueira, de forma a atender os diferentes mercados disponíveis, em períodos adequados à comercialização, é necessário o uso de reguladores de crescimento vegetal, que possibilitam modificar os processos que estimulam o

florescimento (Silva *et al.*, 2017). Entre os reguladores, o paclobutrazol (PBZ) é o mais utilizado na cultura da mangueira e atua inibindo a biossíntese de giberelinas (Taiz & Zeiger, 2017). O bloqueio da síntese de giberelinas resulta na redução do crescimento vegetativo e promove a floração da mangueira (MOUCO *et al.*, 2011).

As respostas à aplicação do PBZ na mangueira podem variar em função das cultivares e do seu porte, além das condições climáticas, principalmente temperatura. A dose e a forma de aplicação também influenciam na resposta das plantas ao PBZ (Mouco *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2018a). Conforme Chatzivagiannis *et al.* (2014), o conhecimento da dose a ser adotada em cada cultivar de mangueira é importante para o estabelecimento de estratégias de comercialização para épocas de melhores preços de mercado.

Estudos sobre o impacto do PBZ nos parâmetros de qualidade dos frutos ainda são bastante contraditórios. Reddy & Kurian (2014) não relataram efeito significativo do PBZ sob a qualidade dos frutos da manga 'Alphonso'; entretanto, Burondkar *et al.* (2013), trabalhando com a mesma cultivar de mangueira, observaram que o PBZ aumentou a qualidade dos frutos. Souza *et al.* (2018a), também encontraram efeito significativo do PBZ sob a qualidade de frutos da mangueira 'Palmer'.

O PBZ tem sido aplicado de forma convencional no cultivo da mangueira, por meio da diluição do produto comercial em água, que é lançado ao solo, junto ao colo ou na projeção da copa. No intuito de reduzir os custos com mão-de-obra, a aplicação via sistema de irrigação tem sido testado por alguns produtores, porém, com poucos trabalhos visando a certificação dessa técnica na região do Submédio do Vale do São Francisco (Souza *et al.*, 2016; Simões *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2018a).

Nesse contexto o objetivo deste trabalho foi determinar a dose mais eficiente do PBZ a ser aplicada via sistema de irrigação para manejo da produção e qualidade de frutos na mangueira cultivar Tommy Atkins na região do Submédio do Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante dois ciclos da cultura, sendo o primeiro no período de fevereiro a novembro de 2017 e o segundo de fevereiro a novembro de 2018, em um pomar de mangueiras cultivar Tommy Atkins, na Fazenda Special Fruit, no município de Petrolina-PE, localizada a 9°8'8,9''S de latitude, 40°18'33,6''O de longitude e 373 m de altitude. De acordo com a classificação climática de Köppen, a região exibe clima do tipo

BSwh⁷, classificado como Semiárido. As chuvas se concentram nos meses de novembro a abril, com precipitação média anual em torno de 500 mm, irregularmente distribuída. A umidade relativa média anual é de 66% e a temperatura do ar média anual de 26,5 °C. Os dados climáticos durante o período de condução do trabalho estão apresentados na Figura 1, obtidos de uma estação meteorológica instalada próxima da área experimental.

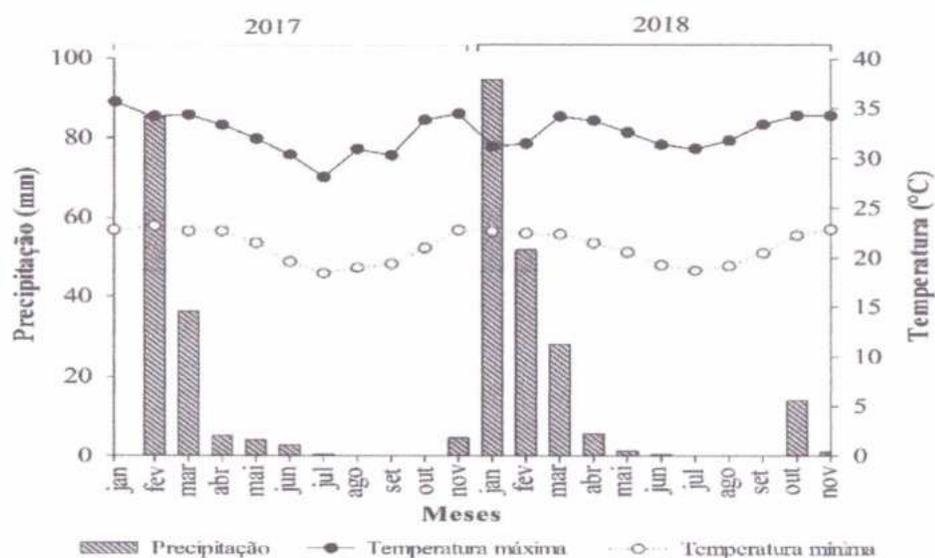


Figura 1. Temperaturas e precipitações, registradas durante os dois ciclos de cultivo da Tommy Atkins, em Petrolina/ PE

Foram utilizadas plantas de mangueira da cultivar Tommy Atkins, com oito anos de idade, em um espaçamento de 3 x 10 m. A irrigação da área foi realizada por microaspersores instalados junto ao colo da planta. A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi obtida a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) fornecida por uma estação meteorológica instalada próxima à área experimental, utilizando o modelo de Penman-Monteith. Foi realizado o manejo de um pomar comercial de manga, com podas, capinas, adubação e tratos fitossanitários, conforme descrito por Mouco (2015). A fonte de PBZ utilizada para auxiliar a indução floral foi o Cultar, produto comercial com 25% de ingrediente ativo (i.a.).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa) e um tratamento adicional (controle), com a aplicação de uma dose na forma convencional (2,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada manualmente a lanço), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro plantas, sendo consideradas as duas plantas centrais como úteis.

As plantas foram podadas e após a emissão de dois fluxos vegetativos, foi feita a aplicação do PBZ na forma e doses previstas nos tratamentos. A aplicação do PBZ no primeiro ciclo foi feita no dia 24/02/17 e no segundo no dia 26/02/18. Após a aplicação do PBZ, o sistema de irrigação continuou ligado para atender a demanda de evapotranspiração da cultura do dia e auxiliar na distribuição do produto no perfil do solo em que o sistema radicular encontrava-se distribuído. Decorridos 65 e 70 dias após a aplicação do PBZ, foram iniciadas as pulverizações foliares do nitrato de cálcio e a redução da lâmina de água, para induzir a brotação dos ramos que já estavam maduros.

Foram realizadas as seguintes avaliações: Número e comprimento de panículas (com o auxílio de uma régua graduada), durante a fase de floração. Para a avaliação da produção por planta, os frutos de duas plantas por repetição foram coletados, contados e pesados. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação E2, adotado como padrão para exportação. Para a avaliação da qualidade, foram colhidos quatro frutos e levados para o laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram analisados. A firmeza da polpa (N) foi determinada com o auxílio do penetrômetro manual (McCormick modelo FT 327) com plunger de ponta cônica (8 mm de diâmetro), sendo as medições realizadas após a retirada da casca, em dois pontos opostos, na região equatorial dos frutos. A polpa foi triturada em processador doméstico de sucos, após descasque dos frutos, para determinação do teor de sólidos solúveis (SS), utilizando-se um refratômetro digital (Milwaukee MA871), com leitura na faixa de 0 a 85° Brix; a acidez titulável foi determinada titulando-se 1 g de suco diluído em 50 mL de água destilada, com NaOH a 0,1 N; e o pH, determinado no extrato aquoso com auxílio de um ph metro de bancada digital LCD, modelo Kasvi.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os valores médios da dose de 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada via sistema de irrigação e de forma convencional foram submetidos ao teste de Tukey (5%), e as doses aplicadas via sistema de irrigação foram submetidas à regressão quando significativos (5%). As análises foram feitas com o auxílio do programa SISVAR® 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de variância dos fatores estudados, verificou-se que não houve interação significativa entre as doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação e os ciclos da cultura, para todas as variáveis avaliadas. Entre os ciclos de cultivo, observou-se que as

variáveis: número de panículas, produção por planta, peso médio de fruto, firmeza e acidez titulável, apresentaram maiores médias durante o 1º ciclo de cultivo (Tabela 1).

Tabela 1. Produção e pós-colheita da mangueira cultivar Tommy Atkins em dois ciclos da cultura, independente das doses aplicadas via sistema de irrigação. Petrolina/PE, 2018.

	Nº de panículas	Produção (kg/planta)	Peso médio de fruto (g)	Firmeza (N)	Acidez titulável (%)
1º ciclo	148,25 a	58,83 a	0,45 a	5,04 a	1,50 a
2º ciclo	119,57 b	51,03 b	0,41 b	4,73 b	0,77 b
cv%	15,80	13,56	13,46	8,34	13,63

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As maiores médias de número de panículas, produção por planta e peso médio de fruto durante o 1º ciclo (Tabela 1) podem estar relacionadas a característica de bianualidade da mangueira, em que anos de alta e baixa produção se alternam. Além disso, essas diferenças observadas nessas características de um ciclo para outro, podem estar associadas a diferença na temperatura durante a floração (julho), em que verifica-se na Figura 1, que o 2º ciclo foi mais quente, o que pode ter prejudicado o florescimento e conseqüentemente a produção das mangueiras. Segundo Narvariya & Singh (2018), esse comportamento alternativo na mangueira pode ser devido a práticas impróprias de manejo do pomar, fatores ambientais, caráter varietal ou desequilíbrio hormonal, isoladamente ou em combinação. Souza *et al.* (2018b), avaliando o desempenho produtivo de três cultivares de mangueira em três ciclos agrícolas, nas condições subtropicais do estado de São Paulo, também constataram esse comportamento bianual nas mangueiras e justificaram esse fato, em função das mudanças climáticas verificadas em cada ciclo.

A diferença na firmeza e na acidez titulável dos frutos de um ciclo para o outro, pode estar ligada as condições climáticas e de cultivo em cada ciclo de cultivo, além do grau de maturação dos frutos no momento da análise, uma vez que estes fatores influenciam de forma direta nos processos fisiológicos e metabólicos das plantas e dos frutos. A colheita dos frutos do 2º ciclo, coincidiu com períodos de ocorrência de maiores temperaturas, o que pode ter acelerado a maturação, e com isso apresentaram menor firmeza e acidez, que são características bastante desejadas pelos consumidores para o consumo da fruta in natura. Souza *et al.* (2018a), avaliando a pós-colheita de frutos da mangueira ‘Palmer’ em diferentes ciclo de cultivo, também verificaram menor firmeza (3,03 N) durante o 2º ciclo, valor esse bastante próximo do encontrado no presente trabalho.

Considerando as formas de aplicação do PBZ (dose 2 g i.a.m⁻¹ linear de copa), verifica-se a partir da Tabela 2 que as variáveis: número de panículas, número de frutos por planta, produção por planta e peso médio de fruto apresentaram efeito significativo. De modo geral, as maiores médias foram obtidas com a aplicação não convencional, na qual, o número de panículas, o número de frutos por planta, o peso médio do fruto e a produção por planta, obtiveram acréscimos de 9%, 20%, 9% e 16%, respectivamente, em comparação ao método convencional. Portanto, o maior número de panículas refletiu em maior número de frutos por planta e conseqüentemente, aumentou a produção e o rendimento das plantas.

Tabela 2. Número de panículas, número de frutos por planta, produção e peso médio do fruto da mangueira cultivar Tommy Atkins em função das formas de aplicação de PBZ (dose 2 g i.a.m⁻¹ linear de copa). Petrolina/PE, 2018.

	Nº de panículas	Nº de frutos por planta	Peso médio de fruto (g)	Produção (kg/planta)
Convencional	122,63 b	113,19 b	0,39 b	49,58 b
Não convencional	134,71 a	141,21 a	0,43 a	59,18 a
cv%	26,24	15,74	13,09	11,57

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Souza *et al.* (2018a), avaliando o efeito do PBZ aplicado de diferentes formas, na produção e qualidade de frutos da mangueira cultivar Palmer, também observaram que tanto o número de panículas, como o número de frutos por planta e a produtividade do pomar, apresentaram maiores médias com a aplicação do PBZ via sistema de irrigação, em comparação com o método convencional. Conforme esses autores, isso pode ser atribuído ao fato da aplicação via sistema de irrigação permitir um maior contato do PBZ com o sistema radicular da mangueira, devido uma alta quantidade de raízes na faixa de molhamento, o que pode promover uma assimilação mais eficiente do produto.

Em relação aos ciclos de cultivo, verificou-se que independente da forma de aplicação (dose 2 g i.a.m⁻¹ linear de copa), os maiores valores de número de panículas, produção, número de frutos por planta, peso médio dos frutos, firmeza e acidez titulável, foram obtidos no primeiro ciclo de cultivo (Tabela 3).

Tabela 3. Produção e pós-colheita da mangueira cultivar Tommy Atkins em dois ciclos da cultura, independente da forma de aplicação (dose 2 g i.a.m⁻¹ linear de copa). Petrolina/PE, 2018.

	Nº de panículas	Produção (kg/planta)	Nº de frutos por planta	Peso médio de fruto (g)	Firmeza (N)	Acidez titulável (%)
1º ciclo	149,63 a	60,61 a	142,56 a	0,45 a	5,15 a	1,51 a
2º ciclo	107,71 b	48,16 b	111,83 b	0,37 b	3,98 b	0,78 b
cv%	26,24	11,57	15,74	13,09	11,57	14,53

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estes resultados evidenciam ainda mais o comportamento bianual das mangueiras, em que há uma alternância de produção de um ciclo para outro. Ademais, essas menores médias de produção observadas no 2º ciclo de cultivo, devem-se provavelmente as elevadas temperaturas ocorridas em julho, quando as plantas estavam em plena floração (Figura 1), o que acabou dificultando o florescimento e a produção das plantas. Conforme Rodrigues *et al.* (2013), temperaturas mais altas, proporcionam maior desenvolvimento vegetativo da planta, enquanto temperaturas mais amenas, promovem o desenvolvimento de gemas reprodutivas, havendo ótimo crescimento da mangueira entre 24 °C e 30 °C, pois tanto as temperaturas muito baixas quanto as muito elevadas prejudicam o crescimento, o desenvolvimento e a produção, além de afetar a qualidade dos frutos. Souza *et al.* (2018a), trabalhando com a cultivar Palmer e Mouco & Albuquerque (2005), com a cultivar Tommy Atkins, também encontraram o maior número e produtividade de frutos na 1ª colheita.

Em relação as características de pós-colheita, as menores médias encontradas no 2º ciclo, podem estar relacionadas novamente às maiores temperaturas ocorridas próximo ao período de colheita, como é possível observar nos dados climáticos apresentados na Figura 1. Silva *et al.* (2012), avaliando as cultivares Palmer, Parwin, Haden e Tommy Atkins apresentaram valores de firmeza variando de 67,91 a 103,19N, valores bem superiores ao encontrado no presente trabalho. Entretanto, esses mesmos autores verificaram valores de acidez titulável variando de 0,84 a 0,90% de ácido cítrico, resultados próximos aos verificados nesse trabalho.

Quando avaliada a influência das doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação sobre as variáveis biométricas, observa-se que tanto o número quanto o comprimento da panícula apresentaram comportamento linear decrescente (Figura 2A e 2B). O maior número (131) e comprimento de panículas (31 cm) foram verificados na dose 0,5 g.i.a.m⁻¹ linear de copa. A dose de 2,5 g.i.a.m⁻¹ linear de copa proporcionou um menor número de panículas por planta (113) e reduziu o comprimento da panícula em 8 cm.

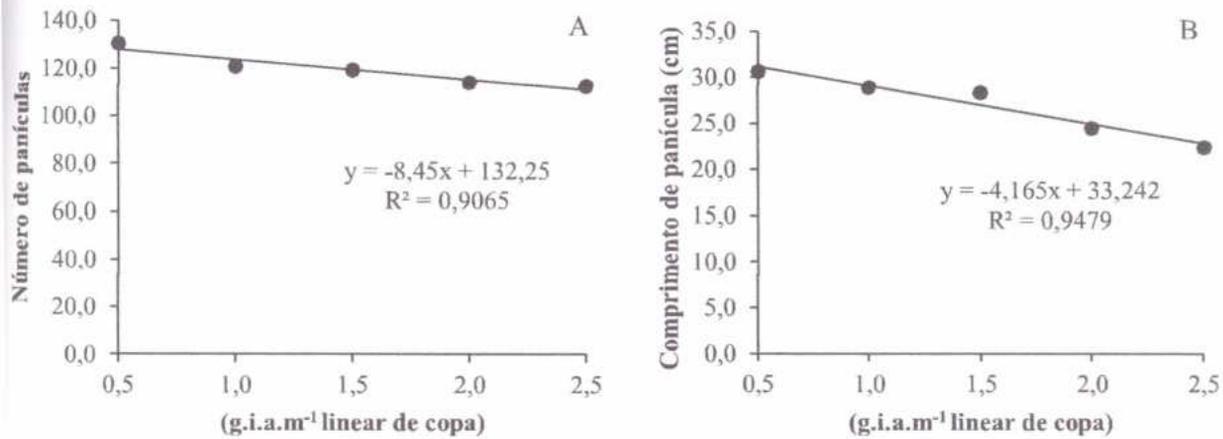


Figura 2. Número (A) e comprimento (B) de panículas da mangueira cultivar Tommy Atkins em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina/PE.

Oliveira *et al.* (2017), estudando o florescimento de mangueira ‘Ubá’, em Viçosa, em função de doses de PBZ, observaram que aumento na dose de PBZ proporcionou maior porcentagem de florescimento, cujos valores foram maiores na presença de 1,62 g de PBZ por metro linear de dossel. Esse mesmo comportamento foi observado por Coelho *et al.* (2014), que analisando o efeito de diferentes doses de PBZ na floração da mangueira ‘Tommy Atkins’, na região do Vale do Paraguassu, verificaram que a aplicação de PBZ em todas as doses, promoveu um aumento na porcentagem de floração quando comparado a testemunha. Dessa forma, a redução no número de panículas observada no presente trabalho, em decorrência do aumento das dosagens do PBZ pode estar relacionado ao fato de cada cultivar responder de uma forma diferente à aplicação do PBZ, e as cultivares que possuem uma capacidade vegetativa intensa requerem maiores doses de PBZ para controlar a brotação (Albuquerque *et al.*, 2002). Além disso, segundo esses mesmos autores, a sensibilidade ao PBZ também irá depender do clima, idade e o vigor da planta.

A redução no comprimento da panícula em decorrência do aumento das doses do PBZ (Figura 2B), pode ter ocorrido devido o PBZ atuar inibindo a conversão de ent-caureno a ácido ent-caurenóico, na via do ácido giberélico, diminuindo assim os níveis de giberelinas e resultando na redução da taxa de alongamento e divisão celular (Luna *et al.*, 2014). A utilização de PBZ em mangueiras promove a regulação do crescimento vegetativo da planta, estimulando a floração e a frutificação (Ramírez & Davenport, 2010). Segundo Husen *et al.* (2012), a aplicação de altas concentrações de PBZ leva à compactação da copa e panículas.

Avaliando o número médio de frutos e a produção por planta em função das doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação (Figura 3A e 3B), verificou-se que essas variáveis ajustaram-se ao modelo quadrático e que houve um aumento com o acréscimo das doses de PBZ até a dose máxima de 1,4 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, que foi equivalente a 130 frutos por planta e a uma produção de 61,16 kg/planta.

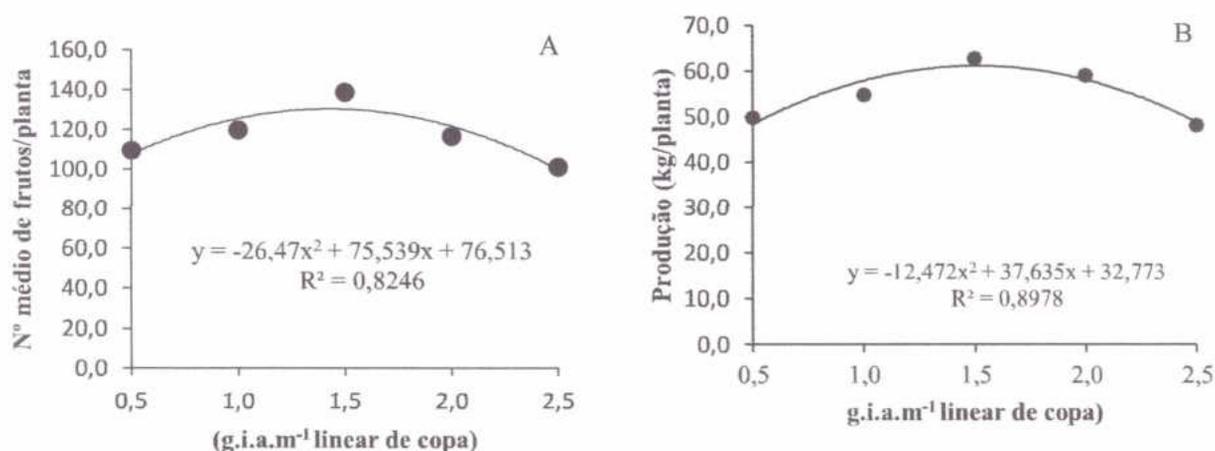


Figura 3. Número médio de frutos (A) e produção por planta (B) da mangueira cultivar Tommy Atkins em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina/PE.

Resultados semelhantes foram relatados por Souza *et al.* (2018a), que buscando ajustar a dose do PBZ a ser aplicada via sistema de irrigação para manejo da produção na mangueira cultivar Palmer, observaram que o número de frutos por planta elevou-se até a dose de 1,3 g i.a.m⁻¹ de copa, com uma produção de 132 frutos por planta. Chatzivagiannis *et al.* (2014), analisando a influência de diferentes concentrações de PBZ aplicadas via convencional em diferentes cultivares de mangueira, verificaram um acréscimo significativo no número de frutos até a dose 0,8 g i.a m⁻¹ linear de copa e após esse limite também ocorreu um decréscimo na produção.

Em relação à produção por planta, Coelho *et al.* (2014), avaliando o efeito de diferentes doses de PBZ na floração e frutificação na mangueira 'Tommy Atkins', também verificaram que o aumento da produção por planta seguiu uma função polinomial de segundo grau, em que a maior produção (57 kg / planta), foi obtida com a aplicação da dose 1,1 g.m⁻¹, corroborando com os resultados obtidos na presente pesquisa.

Para as características de pós-colheita, verificou-se diferenças significativas entre as doses aplicadas via sistema de irrigação apenas nas variáveis: sólidos solúveis totais e

acidez titulável. O teor de sólidos solúveis totais apresentou comportamento quadrático, em que, o acréscimo das doses, promoveu um aumento nos teores de sólidos solúveis totais até a dose máxima de 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, que correspondeu a 7,64 °Brix (Figura 4A).

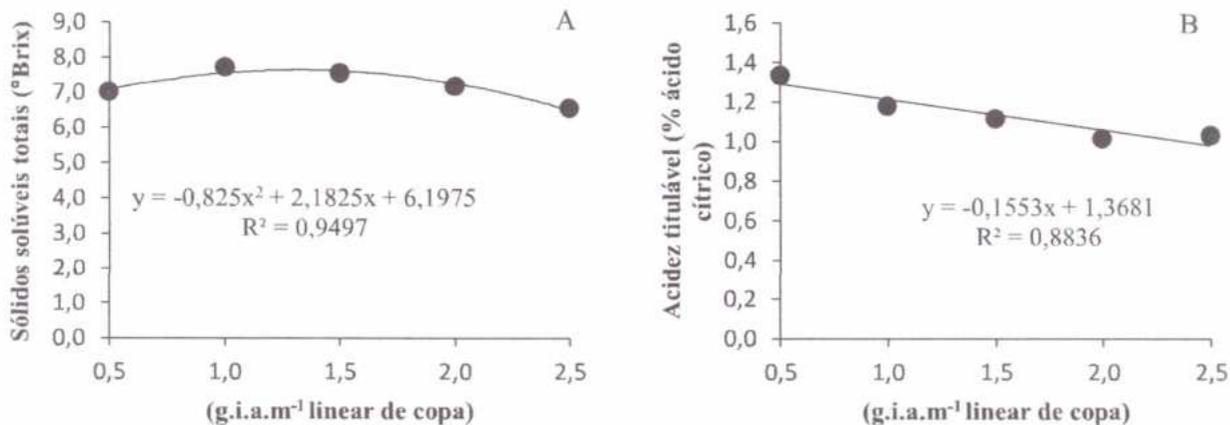


Figura 4. Sólidos solúveis totais (A) e acidez titulável (B) dos frutos da mangueira cultivar Tommy Atkins em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina/PE.

Esse parâmetro está dentro do padrão exigido para a cultura, quando os frutos destinam-se a mercados distantes, que podem ser colhidos com teor de sólidos solúveis totais de 7-8 °Brix (Mouco, 2015). Oliveira *et al.* (2017) e Souza *et al.* (2018a), não encontraram diferenças significativas na avaliação do teor de sólidos solúveis totais em mangueiras 'Ubá' e 'Palmer', respectivamente, submetidas a diferentes doses de PBZ. Entretanto, Oliveira *et al.* (2015), trabalhando com mangueira 'Palmer', observaram que o aumento na dose de PBZ reduziu o teor de sólidos solúveis de 16 °Brix para 13 °Brix, em que os menores valores foram verificados em frutos cujas plantas receberam a dose de PBZ de 0,9 g por metro linear de dossel. Já Sarker & Rahim (2018), relataram valor médio de sólidos solúveis totais de 28 °Brix, em mangas cultivar BARI Manga-3 (Amrapali), quando aplicada 7500 ppm de PBZ. Esses resultados foram superiores aos encontrados no presente trabalho, o que pode estar associado ao ponto de colheita de frutos e também ao genótipo.

Em relação à acidez titulável, observou-se que houve um decréscimo significativo com o aumento das doses de PBZ (Figura 4B). A maior acidez titulável (1,34%) foi observada na aplicação da menor dose de PBZ (0,5 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), enquanto que a menor (1,03%) foi verificada com a aplicação da maior dose (2,5 g.i.a.m⁻¹ linear de copa).

Souza *et al.* (2018a), constataram que a acidez titulável diminuiu gradualmente a partir da dose 1,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa, aplicada via sistema de irrigação. Segundo esses autores,

esse comportamento provavelmente está ligado ao amadurecimento do fruto, em que, conforme Chitarra & Chitarra (2005), o processo do amadurecimento reduz a acidez e aumenta a quantidade de açúcares (frutose). Reis *et al.* (2011), avaliando o efeito de doses de PBZ na pós-colheita da mangueira cultivar Haden, observaram um teor médio dos sólidos solúveis de 5,85°Brix e 0,14% de acidez titulável, valores inferiores aos encontrados neste trabalho e devido provavelmente ao fato de se tratar de uma outra cultivar e pela diferença do ponto de maturação do fruto durante a colheita. Já Oliveira *et al.* (2014) verificaram que houve um aumento significativo na acidez titulável em frutos da manga 'Tommy Atkins', até a dose máxima aplicada (2,0 g do i.a), com valor médio de 0,74 %, confrontando assim o resultado obtido nesse trabalho.

Segundo Sarker & Rahim (2018), o melhoramento da qualidade dos frutos em resposta ao PBZ pode estar relacionado à assimilação da partição da planta, em que, devido à maior supressão do crescimento vegetativo, os assimilados tornam-se unidirecionais para o desenvolvimento de frutos e como resultado, as árvores tratadas com PBZ exibem atributos de qualidade de frutos mais altos.

CONCLUSÕES

O Paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação demonstrou-se mais eficiente que a forma convencional resultando em uma superioridade na produção da mangueira 'Tommy Atkins'. A dose de 1,4 g i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada via sistema de irrigação proporciona um ganho na produção de frutos da mangueira 'Tommy Atkins'. O maior teor de sólidos solúveis totais no fruto foi obtido na dose 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa e a acidez diminuiu à medida que se aumentou a dose de PBZ aplicada.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. do C. Indução floral. In: GENU, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (Ed.). A cultura da mangueira. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 13, p. 259-276.

ALMEIDA, E. I. B.; CELIN, E.F.; FREIRE, A.G.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, M.A.; MESQUITA, R.O. Ecofisiologia de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes

regimes hídricos e disponibilidade de luz. Revista Agro@ambiente On-line, v. 9, n. 3, p. 251-260, 2015.

BURONDKAR, M. M.; RAJAN, S.; UPRETI, K. K.; REDDY, Y. T. N.; SINGH, V. K.; SABALE, S. N.; NAIK, M. M.; NGADE, P. M.; SAXENA, P. Advancing Alphonso mango harvest season in lateritic rockysoils of Konkan region through manipulation in time of paclobutrazol application. Journal of Applied Horticulture, v. 15, n. 3, p. 178-182, 2013.

CHATZIVAGIANNIS, M. A.; SÃO JOSÉ, A. B.; BOMFIM, M. P.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. X. de; REBOUÇAS, T. N. H. Florescimento e produtividade de mangueira 'Boubon', 'Palmer' e 'Rosa' com uso de Paclobutrazol. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Hermosillo, v. 15, n. 1, p. 41-47, 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

COELHO, E.F.; BATISTA, L.S.; ALVES, A.A.C. Flowering and fruit set of mango in different doses of paclobutrazol (PBZ). Enciclopédia Biosfera, v. 10, n. 19, p. 1117-1123, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. Produção e exportação: Citação de base de dados. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> />. Acesso em: 08 nov. 2018.

HUSEN, S.; KUSWANTO; ASHARI, S.; BASUKI, N. Induction of Flowering and Yield of Mango Hybrids Using Paclobutrazol. Journal of Agriculture and Food Technology, vol. 2, n.9, 153-158, 2012.

LUNA, A. V.; CASTELLANOS, G. M.; DOMÍNGUEZ, E. R.; SOBAC, R. D. Effect of Pre-Harvest Application of Paclobutrazol on Postharvest Quality of Mangofruit (*Mangifera indica* cv Manila) Journal of Agriculture and Environmental Sciences, v. 3, n. 3, p. 63-72, 2014.

MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo de mangueira. 3. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015 (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7743&p_r_p_-996514994_topicoId=8288>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MOUCO, M. A. C.; ALBURQUEQUE, J. A. S. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. *Bragantia*, Campinas, v.64, n. 2, p. 219-225, 2005.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O. O.; RODRIGUES, J. D. Mango flower induction in the brazilian Northeast Semi-arid with gibberellin synthesis inhibitors, *Acta horticulture*, The Hague, v.884, p.591-596, 2010.

NARVARIYA, S.S.; SINGH, C.P. Cultar (P333) a Boon for Mango Production – A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v.7, n.2, p. 1552-1562, 2018.

OLIVEIRA, G. P.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; MACHADO, D. L.M. Paclobutrazol and branch tip pruning on the flowering induction and quality of mango tree fruits. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 47, n. 1, p. 7-14, 2017.

OLIVEIRA, M. B.; PEREIRA, M.C.T.; MIZOBUTSI, G.P.; MAIA, V.M.; SILVA, J.F.; OLIVEIRA, J.A.A.; COSTA, I.J.S.; NIETSCH, S.; SANTOS, E.F.; MOUCO, M.A.C. Paclobutrazol and tip pruning in the management of ‘Palmer’ mango trees in the semi-arid region of Brazil. *Acta horticulture*, v.1075, n. 16, p.149-156, 2015.

OLIVEIRA, H.T.B.; PEREIRA, E.C.; MENDONÇA, V.; SILVA, R.M.; LEITE, G.A.; DANTAS, L.L.G.R. Produção e qualidade de frutos de mangueira “Tommy Aktins” sob doses de Paclobutrazol. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v.10, n.3, p.89-92, 2014.

REDDY, Y.T.N.; KURIAN, R.M. Effect of dose and time of paclobutrazol application on the flowering, fruit yield and quality of mango cv. Alphonso. *Journal Horticultural Science*. v. 9, n.1, p. 27-30, 2014.

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. Anuário brasileiro de fruticultura. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2015. v. 137, 104 p.

REIS, S. R. J. B.; JESUS, A. M. de; DIAS, M. S. C.; CASTRICINI, A.; DIAS, J. R.; Efeito de lâminas de irrigação e doses de PBZ na pós-colheita da mangueira cv. Haden no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 5, n. 3, p. 214-224, 2011.

RODRIGUES, J. C.; SOUZA, P. J. de O. P. de; LIMA, R. T. de. Estimativa de temperaturas basais e exigência térmica em mangueiras no nordeste no estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 1, p. 143-150, 2013.

SARKER, B.C; RAHIM, M.A. Influence of paclobutrazol on growth, yield and quality of mango. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, v. 43, n. 1, p.1-12, 29 mar. 2018.

SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. *Magistra*, v. 24, p. 15-26, 2012.

SILVA, P. T. S.; SOUSA, L. S. S.; NETA, C. R. S.; MOUCO, M. A.; SIMÕES, W. L.; FERRAZ, A.V. Análise de paclobutrazol em solos de áreas cultivadas com diferentes variedades de mangueira no Vale do São Francisco empregando QuEchHers e CLAE. *Scientia Plena*, v. 13, n. 09, p.1-9, 2017.

SIMÕES, W. L.; SOUZA, M. A. de; MOUCO, M. A. do C.; LIMA, M. A. C. de; CALGARO, M. Paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação na indução floral da mangueira Keitt. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4.; CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE, 3., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI: ABID: UFC, 2017.

SOUZA, J. M. A.; LEONEL, S.; MODESTO, J. H.; FERRAZ, R. A.; SILVA, M. de S.; BOLFARINI, A. C. B. Performance of mango cultivars under subtropical conditions in the state of São Paulo. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2018b.

SOUZA, M. A.; SIMÕES, W.L.; MESQUITA, A.C.; MOUCO, M. A. do C.; CAVALCANTE, B.L.S; GUIMARÃES, M.J.M. Manejo da quimigação para indução floral da mangueira 'Palmer' no Submédio do Vale do São Francisco. *Irriga, Botucatu*, v. 23, n. 3, p. 442-453, julho-setembro, 2018a.

SOUZA, M. A.; MESQUITA, A.C.; SIMÕES, W.L; FERREIRA, K.M; ARAUJO, E.F.J. Physiological and biochemical characterization of mango tree with paclobutrazol application via irrigation1. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, v. 46, n. 4, p. 442-449, Dec. 2016.