

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS
Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada – PPGHI

MOISÉS ALVES DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA MANGUEIRA
EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE PACLOBUTRAZOL VIA
SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

**Producao e caracterizacao ...
2016 TS-PP-2016.00011**



CPATSA-56347-1

**2016
6
P-2016.00011**

JUAZEIRO-BA

2016



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – CAMPUS III
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS -
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA
IRRIGADA - PPGHI**

MOISÉS ALVES DE SOUZA

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DA
MANGUEIRA EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE
PACLOBUTRAZOL VIA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

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

Orientador: Alessandro Carlos Mesquita

Co-orientador: Welson Lima Simões



JUAZEIRO – BA

2016

TS
11/2016

Emprego	
Unidade:	OPATSA
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	
N.º Registro:	11/2016

Souza, Moisés Alves de
S729 Caracterização fisiológica e produção da mangueira em função da aplicação de paclobutrazol via sistema de irrigação. / Moisés Alves de Souza. -- Juazeiro, 2016.
61 f. il.

Orientador: Alessandro Carlos Mesquita
Co-orientador: Welson Lima Simões
Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais Campus III. 2016

Bibliografia

1. Mangueira - cultivo 2. Mangueira - produção 3. Mangueira - produtividade I. Mesquita, Alessandro Carlos II. Simões, Welson Lima III. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais

CDD 634.44

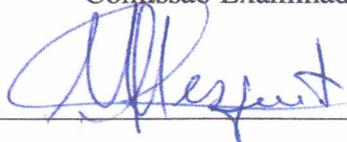
MOISÉS ALVES DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA MANGUEIRA EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE PACLOBUTRAZOL VIA SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO**

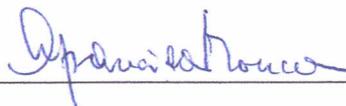
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia (PPHI/UNEB/DTCS), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Horticultura Irrigada, Linha de Pesquisa: Fisiologia Pós-Colheita.

Aprovada em: 31/03/2016

Comissão Examinadora



Prof. Dr. Alessandro Carlos Mesquita
Universidade do Estado da Bahia (UNEB/DTCS)



Dr.ª Maria Aparecida do Carmo Mouco
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA SEMIÁRIDO)



Dr. Welson Lima Simões
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA SEMIÁRIDO)

À minha mãe (Maria Genilda), ao meu pai (Jose João)

E a minha esposa (Rosy Sanna)

Com muito amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter guiado meus passos nesse caminho.

Aos meus pais e a minha irmã, pelos ensinamentos e incentivo aos estudos.

A minha esposa Rosy Sanna, pelos momentos de amparo e palavras de perseverança, a minha sogra Ednalva pela força e o incentivo.

Aos amigos e colegas da Embrapa Semiárido, pela oportunidade de compartilhar momentos de alegria e dificuldades, em especial, Bruna, Emanuel, Miguel, Max Vinicius e Pedro Paulo. E também pelo auxílio na condução do experimento.

Aos meus amigos e colegas do laboratório de Fisiologia vegetal da UNEB, pelo auxílio nas análises, em especial, Jadson, Kaline, Vanusa e Ricardo.

Aos grandes amigos mestrandos que tive a oportunidade de trabalhar e conviver durante estes dois anos, Ana Karolina, Ângela, Carmem, Danielle, Edson, Fádía, Geórgia, Gildeilza, Jaciara, Layane, Márcia, Mariana e Vanderléia, em especial ao meu grande amigo Erifranklin que me ajudou na condução do experimento, obrigado pela força.

Ao corpo docente da Pós-Graduação em horticultura irrigada da UNEB, pelos ensinamentos ou por colaborarem de diversas formas na minha formação.

A CAPES, pela concessão da bolsa.

A Fazenda Special Fruit pelo apoio desenvolvimento e condução do experimento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alessandro Carlos Mesquita, pelo seu papel de professor e pesquisador, pelas valiosas dicas de caminho a seguir, pelo incentivo, paciência, amizade, prestatividade, e por sempre ter se colocado à disposição para me auxiliar no que fosse necessária.

Ao meu Co-Orientador Dr. Welson Simões por toda a atenção e auxílio, tornando possível a execução desse trabalho, não deixando de agradecer por seu companheirismo, amizade e por seu humor incomparável.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Importância da Fruticultura na Região do Vale do São Francisco.....	13
2.2 Condições edafoclimáticas para mangueira.....	14
2.3 Cultivares de Grande Importância.....	15
2.3.1 Cultivar Palmer	17
2.4 Reguladores vegetais	18
2.4.1 Paclobutrazol	19
2.5 Caracterização Morfofisiológica.....	20
2.6 Formas de aplicação	22
ARTIGO I	30
CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DA MANGUEIRA CV. PALMER COM A APLICAÇÃO DE PACLOBUTRAZOL VIA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	30
RESUMO	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	44
ARTIGO II	48
CULTIVO DA MANGUEIRA CV. PALMER NO MANEJO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS	48
RESUMO	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
CONCLUSÕES	60

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1	30
Tabela 1. Formas de aplicação do paclobutrazol na mangueira cultivar Palmer, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE – 2016.....	37
Tabela 2. Variáveis fisiológicas e bioquímicas em dois estádios fenológicos da mangueira cultivar Palmer, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE – 2016.....	38
Tabela 3. ARN=Atividade da redutase do nitrato nos tecidos foliar e radicular ($\text{NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \text{MF} \cdot \text{h}^{-1}$), da mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	43
ARTIGO 2	48
Tabela 1. Numero e comprimento da panícula de mangueira cultivar Palmer em função de duas formas de aplicação do paclobutrazol. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	54
Tabela 2. Produtividade, número de frutos e clorofila de mangueira cultivar Palmer em função de duas formas de aplicação do paclobutrazol. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	56
Tabela 3. SST -Sólidos solúveis total, ATT- acidez titulável total,pH, diâmetro do fruto e firmeza da polpa de frutos mangueira cultivar Palmer em função de duas formas de aplicação do paclobutrazol. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.	58

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1	30
Figura 1. Dados meteorológicos.....	34
Figura 2. Taxa de fotossíntese (A), transpiração (E), temperatura foliar (Tf), condutância estomática (gs), de mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação no lado leste-oeste da planta. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	39
Figura 3. PTN= Proteínas totais, AR=açúcares redutores, AST= açúcares solúveis totais e ANR= açúcares não redutores no tecido foliar de mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	40
Figura 4. AST= açúcares solúveis totais, AR=açúcares redutores e ANR= açúcares não redutores no fruto de mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	42
ARTIGO 2	48
Figura 1. Dados meteorológicos.....	52
Figura 2. Comprimento (A) e número (B) de panículas por planta de mangueira cultivar Palmer em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	55
Figura 3. Produtividade total (A) e número médio de frutos (B) de mangueira cultivar Palmer em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	57
Figura 4. Acidez titulável (A) e Firmeza (B) de mangueira cultivar Palmer em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.....	59

RESUMO GERAL

A mangicultura tem se destacado nas regiões semiáridas pela possibilidade de produção durante todo o ano, devido às condições climáticas, o uso da irrigação e a utilização de reguladores vegetais. Na maioria dos pomares de mangueira a indução floral é feita com a aplicação do paclobutrazol ao solo que é realizada de forma convencional. Entretanto, há possibilidade do uso de uma forma mais prática e objetiva de aplicação, com a possibilidade de redução a dose do produto que e sua aplicação via sistema de irrigação. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de formas de aplicação e de diferentes doses do paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, nas características fisiológicas, bioquímicas, de produção e da pós-colheita, da mangueira cultivar Palmer. O experimento foi conduzido no período de agosto de 2014 a maio de 2015, em um pomar de mangueiras da variedade Palmer, 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 (T1 – 0,7; T2 -1,0; T3- 1,3; T4- 1,6; T5- 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), e um tratamento adicional, com a aplicação de uma dose na forma convencional (T0 – 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), com quatro repetições. Aplicação do PBZ via sistema de irrigação mostrou-se mais eficiente em comparação com a aplicação convencional, permitindo uma maior assimilação do produto pela planta. Dentro das dosagens aplicadas via sistema de irrigação as características fisiologia e bioquímica, obtiveram os maiores valores na menor dose 0,7 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, demonstrando a eficiência da aplicação, e a possibilidade de redução da dose aplicação via sistema de irrigação. Paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação demonstrou-se mais eficiente que a forma convencional para as características número de frutos e produtividade. O paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação na dose de 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa promove maior número de frutos por plantas e produtividade.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., paclobutrazol, produtividade, morfofisiológica.

ABSTRACT

The mango has excelled in the semi-arid regions the possibility of production throughout the year due to weather conditions, the use of irrigation and the use of plant growth regulators. In most hose orchards application of paclobutrazol soil is carried out in conventional manner. However, there is the possibility of using a more practical and objective application and reduce the dose of product in the application via the irrigation system. The aim of this study was to evaluate the effect of application forms and different dosages of paclobutrazol applied by irrigation system, the characteristics of production, post-harvest physiological and biochemical hose cultivate Palmer. The experiment was conducted from August 2014 to May 2015, in an orchard of mango trees of the variety Palmer at Special Fruit Farm in the municipality of Petrolina-PE. The experimental design was a randomized block, with five doses of paclobutrazol applied by irrigation system (T1– 0.7; T2 -1.0; T3- 1.3; T4- 1.6; T5- 1.9 g.i.a.m⁻¹ linear canopy), and an additional treatment, applying a dose in the conventional manner (T0 – 1.9 g.i.a.m⁻¹ linear canopy) with four replications. Application of PBZ irrigation system was more efficient compared with the conventional application, allowing for a greater assimilation of the product by the plant. Within the dosages applied through irrigation characteristics physiology and biochemistry system, obtained the highest values at the lowest dose 0.7 g.i.a.m⁻¹ linear canopy, demonstrated the application efficiency, and the possibility of reducing the dose applied through irrigation system. Paclobutrazol applied through the irrigation system proved to be more efficient than conventional manner to the features number of fruits and yield. The paclobutrazol applied by irrigation system at a dose of 1.3 g.i.a.m⁻¹ linear canopy promotes greater number of fruits per plant and productivity.

Keywords: *Mangifera indica* L., paclobutrazol, productivity, Morphophysiological.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera, dicotiledônea, família Anacardiácea e originária da Índia. A partir deste local, essa espécie difundiu-se para muitas regiões tropicais. O Brasil está entre os principais países produtores de manga do mundo, tendo sua produção em 2012, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1.272.184 toneladas (IBGE, 2013). Os principais produtores de manga no País são os Estados da Bahia e São Paulo, com cerca de 55 % da área plantada e 58 % do total produzido, sendo a Bahia o maior produtor, com 50,09% da produção, e uma área colhida de 22.371 hectares.

A mangueira, normalmente, apresenta diferentes tipos ou estádios de crescimento em uma mesma planta. A ocorrência desses estádios varia com as condições de clima, solo e manejo da cultura. O crescimento vegetativo é determinante para a produção, pois quanto mais abundante o número de brotos vegetativos, maior a probabilidade de ocorrência de panículas e maior a frutificação. O uso de reguladores vegetais adquiriu grande importância, pois, com seu emprego, foi possível modificar diversos processos fisiológicos naturais das plantas, o que possibilita a alteração dos seus estados fisiológicos.

Atualmente, nas regiões de clima tropical, principalmente na zona semiárida do Nordeste brasileiro, o uso do paclobutrazol (PBZ) na técnica de indução floral vêm sanando a dificuldade dos produtores de manga em obter boas colheitas em épocas mais oportunas de mercado ao longo do ano (ALBUQUERQUE et al., 2002).

O PBZ tem sido utilizado para aperfeiçoar a floração da mangueira promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação (FERRARI & SERGENT, 1996). O movimento do PBZ no interior da planta é lento, chegando até as gemas meristemáticas, inibindo a divisão celular e comprometendo a biossíntese de giberelina, reduzindo o nível de divisão celular sem causar citotoxicidade (DAZIEL & LAWRENCE, 1984), e as consequências fisiológicas são redução do crescimento vegetativo e um melhor aproveitamento de substâncias assimiláveis pela planta.

Este produto vem sendo aplicado via solo (convencional) ou pulverizado na copa da planta, onde são encontrados resultados divergentes, com resposta à indução e à

uniformidade do florescimento (REIS et al., 2000). A aplicação no solo tem sido mais eficiente 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 caso de aplicação no solo, o volume de solução deve ser suficiente para uma boa distribuição do produto no sistema radicular das plantas. Desta forma, para a produção comercial de espécies cujo uso do PBZ é comum, a aplicação pode ser realizada via água de irrigação, visto que, nessa forma de aplicação, o produto ativo é aplicado de forma mais uniforme, atingindo diretamente o sistema radicular da planta, o que proporciona um 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).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da Fruticultura na Região do Vale do São Francisco

Na distribuição mundial de frutas fresca em 2012, a colheita foi calculada em 822,301 milhões de toneladas, com incremento de 9,509 milhões de toneladas sobre o montante do ano anterior. Já a área cultivada nesse mesmo ano foi ampliada em 1,088 milhão de hectares, passando de 71,997 milhões para 73,66 milhões de hectares (FAO, 2014). O Brasil se destaca nesse cenário como o terceiro maior produtor de frutas frescas do mundo e dados retratam que 43 milhões de toneladas foram produzidas em uma área de aproximadamente 2,5 milhões de hectares em 2012. Sabe-se que as exportações saltaram de 296 mil toneladas em 1998 para 759 mil toneladas em 2010, um crescimento de 156,42% em 12 anos (IBRAF, 2014).

O Levantamento Sistemático de Produção Agrícola (LSPA) divulgou em fevereiro de 2014 as projeções de área, produção e produtividade para as principais frutas que compõem a cesta nacional brasileira. A partir desse levantamento foi possível concluir que a manga está em segundo lugar no ranking de exportações de frutas frescas, com queda de 3,93% no volume e alta de 7,19% na receita, perdendo apenas para o melão (IBRAF, 2014).

Entre os países produtores de frutas frescas, China, Índia e Brasil se destacam, colhendo juntos em 2012 o correspondente a 357.761 milhões de toneladas, o que equivale a mais de 40% do total da produção mundial. Quase toda a produção dos três países é destinada ao consumo interno. Contudo, Chile e Peru são os países que se destacam como exportadores, visto que produzem além da sua demanda interna. A China está em primeiro lugar no ranking de produção, com 224.816 milhões de toneladas; seguida pela Índia com 83.032 milhões de toneladas. Já o Brasil coloca-se na terceira posição com 43.912 milhões de toneladas de frutas produzidas em 2012 (FAO, 2014).

No Brasil existem cerca de 30 polos fruticultores, distribuídos de Norte a Sul, abrangendo mais de 50 municípios. Entretanto, as regiões que ganham destaque são Baixo Jaguaribe-CE, Assu e Mossoró - RN, Alto Piranhas - PB, Juazeiro - BA, Petrolina - PE, Sul de Sergipe e Norte de Minas, pois apresentam vantagens naturais para a produção de frutas de padrão internacional o ano inteiro, com uso da irrigação.

A fruticultura no polo agrícola Petrolina – PE e Juazeiro - BA, situado na região do Submédio do Vale do São Francisco, tem se caracterizado por apresentar uma rápida expansão da área cultivada, um elevado crescimento da produção e um significativo desenvolvimento do setor exportador de frutas, condicionando a região a vislumbrar uma perspectiva concreta de promover uma grande melhoria socioeconômica. As principais culturas frutícolas da região são uva, manga, banana, coco verde, goiaba, melão, acerola, limão, maracujá, papaia e pinha, entre outras frutas de menor expressão, totalizando um volume aproximado de produção de um milhão de toneladas/ano de frutas (VALEXPORT, 2012).

Entre as fruteiras cultivadas neste importante pólo de irrigação, com potencial para inserção no mercado externo, destaca-se a manga. A área cultivada com mangueira no país está estimada em 74 mil hectares, gerando uma produção superior a 1,1 milhão de toneladas, sendo as regiões Sudeste e Nordeste responsáveis por 28,6 e 68,6 % da área total, respectivamente. O incremento da área cultivada com mangueira na região nordeste foi de 20 mil ha em 10 anos, a qual foi responsável pela produção de mais de 85% do total exportado pelo Brasil em 2014 (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2015).

A mangicultura na região do Submédio do São Francisco destaca-se ainda no cenário nacional pelos seus altos rendimentos e qualidade dos frutos produzidos e pela possibilidade de escalonamento da produção durante o ano, devido às condições climáticas e às tecnologias para o manejo da floração, como o uso da irrigação, podas e reguladores vegetais. Entre os reguladores vegetais utilizados na cultura da mangueira, o uso do Paclobutrazol (PBZ) tem permitido manejar o crescimento vegetativo necessário ao manejo da floração. Os trabalhos de pesquisa na Embrapa Semiárido com o PBZ para uso na cultura da mangueira foram iniciados em 1994, com avaliação do efeito e definição de doses e formas de aplicação (ALBUQUERQUE et al., 1999). A partir do ano de 2000, com o registro como produto comercial, o mesmo foi liberado para uso nas propriedades da região.

2.2 Condições edafoclimáticas para mangueira

A mangueira é bem adaptada a regiões com estações de seca e chuvas bem definidas, vegetando e produzindo numa faixa de 0 a 48°C. Todavia, temperatura ótima para o crescimento e desenvolvimento situa-se entre os níveis de 24 a 26°C, pois tanto as temperaturas elevadas como as muito baixas prejudicam o crescimento,

desenvolvimento e produção, afetando a qualidade dos frutos. Temperaturas muito baixas podem causar morte de plantas jovens, folhas e frutos pequenos. A exigência mínima da mangueira em termos de precipitação é de 1.000 mm/ano, sendo cultivada, entretanto em regiões que apresentam de 500 a 2.500 mm/ano. A umidade relativa do ar ideal para o cultivo da manga é menos de 60% (CUNHA et al., 2002).

Silva et al. (2000) designam uma faixa de temperatura ideal para o cultivo da mangueira, que oscila entre 21 e 26°C e temperaturas extremas, acima de 42°C e abaixo de 10°C, limitam sobremaneira o crescimento. Já para Schaffer et al. (1994), a variação média da temperatura para um ótimo crescimento da mangueira situa-se entre 24 e 30°C, embora possa tolerar temperaturas do ar acima de 48°C.

A floração da mangueira é um fenômeno complexo que se estende por um período de 18 a 28 dias, embora a iniciação floral dure de 2 a 3 meses. O processo de florescimento pode ser adiado ou atrasado com uso de reguladores vegetais, como por exemplo, o PBZ, que tem como função a inibição da biossíntese das giberlinas. A panícula desenvolve-se em um período de 35 a 42 dias; as primeiras flores só abrem depois de 21 dias de iniciada inflorescência e se abrem durante noite, nas mangueiras poliembriônicas, nas mangueiras monoembriônicas abrem durante noite nas primeiras horas da manhã, nas (CASTRO NETO et al., 2000).

A mangueira, normalmente, apresenta diferentes tipos ou estádios de crescimento em uma mesma planta. A ocorrência desses estádios varia com as condições de clima, solo e manejo da cultura. O crescimento vegetativo é determinante para a produção, pois quanto mais abundante o número de brotos vegetativos, maior a probabilidade de ocorrência de panículas e maior a frutificação. No semiárido nordestino, com o processo de indução floral sob condições de altas temperaturas, é indispensável trabalhar com cultivares adaptadas e com ramos maduros, com no mínimo três meses de idade (ALBUQUERQUE et al., 2002).

2.3 Cultivares de Grande Importância

Entre as cultivares de grande importância, plantadas nas condições semiáridas do Vale do São Francisco, a Tommy Atkins até 2015 ocupa a maior área. Apresenta muitas características de aceitação no mercado, no entanto, existiu a preocupação com a vulnerabilidade ao mercado e aos aspectos fitossanitários que uma só cultivar pode expor à região produtora. Assim, plantios com a, 'Keitt' 'Kent' e a 'Palmer' já são

encontrados na região em grandes escala, para os quais tornam-se necessárias tecnologias que definam um manejo de floração específico às cultivares.

Na Região Nordeste, as cultivares plantadas são de origem americana, com frutos de aceitação também no mercado externo. Na Região Sudeste são cultivadas, principalmente, mangueiras em condições não irrigadas, sendo a safra concentrada em um só período do ano, outubro a janeiro, e os frutos comercializados, principalmente, no mercado interno. Para Pinto et al. (2002), a escolha da cultivares a ser plantada deve estar relacionada com a preferência do mercado consumidor, o potencial produtivo da variedade para uma dada região, as limitações fitossanitárias e de pós-colheita.

Uma das cultivares plantada na região, a Tommy Atkins, apresenta o maior volume comercializado pelo principal exportador mundial, México, e pelo Brasil, com fruto de tamanho médio, em torno de 450 g, casca espessa e formato oval, coloração do fruto atraente (laranja-amarelado coberto com vermelho e púrpura intenso), polpa firme, succulenta, com teor de sólidos solúveis (16° Brix) e fibra médio. É uma cultivar resistente a antracnose e ao oídio, aos danos mecânicos, mas susceptível ao colapso interno do fruto; apresenta facilidade para indução floral em época quente, alta produtividade, boa vida de prateleira; regularidade de produção, coloração atraente do fruto e boa resistência ao transporte (PINTO et al, 2002). As mangas da cultivar Tommy Atkins atingem a maturidade aos 98 dias após a antese nas condições climáticas de Petrolina no Vale do São Francisco, quando apresentam a maior massa seca de fruto, sendo este o melhor indicador do estágio de desenvolvimento dos frutos (LUCENA et al., 2007).

A Keitt é uma cultivar de grande importância para Região Nordeste, de origem na Flórida (USA), é uma árvore de porte médio e crescimento moderadamente vigoroso. Seus frutos são de cor amarelo-esverdeada, com leve tom rosa ou vermelho e numerosos laivos brancos ou amarelos. Os frutos são de formato oval, com base arredondada e mede de 13 a 15 cm de comprimento, 9 a 11 cm de largura e de 8,5 a 10 cm de espessura, com peso que varia entre 510 e 2000 g. A casca do fruto é espessa e resistente. A polpa é firme e succulenta, com pouca fibra e de coloração amarelo limão. Seu sabor é doce e suave, com aroma agradável e excelente qualidade. A semente é monoembriônica (SCHNELL et al., 2006).

A cultivar Kent apresenta planta ereta, copa aberta e vigor médio. O fruto é oval, verde amarelado, corado de vermelho purpúreo, grande, média de 650 g, alta qualidade de polpa (20,1° Brix e quase sem fibra), casca de espessura média, relação polpa/ fruto de 0,62%. Susceptível à antracnose e ao colapso interno do fruto, com baixa vida de prateleira. O ciclo de maturação é de médio a tardio (PINTO et al., 2002). É uma cultivar de difícil manejo da floração, o que tem permitido apenas antecipar um pouco a produção na região, concentrada principalmente entre outubro e dezembro. No entanto, a pouca fibra e o sabor superior colocam o fruto da cultivar como um dos mais apreciados em alguns países da Europa e na Ásia, principalmente o Japão.

2.3.1 Cultivar Palmer

Outra cultivar plantada na Região Nordeste é a Palmer, que vem consolidando-se a cada ano, devido à ótima aceitação no mercado. É bastante produtiva e possui maturação tardia, o período entre a floração e colheita é cerca de seis meses, sendo assim considerada uma variedade tardia quando comparada à ‘Tommy Atkins’ e à ‘Haden’ e suscetível à antracnose, contudo, apresenta menor suscetibilidade ao colapso interno (EMBRAPA, 2012). Esta cultivar tem atraído mais atenção do mercado de exportação no ocidente devido sua maior qualidade nutricional (SCHNELL et al., 2006).

A mangueira Palmer possui uma copa aberta, originada de parentais desconhecidos na Flórida, em 1945. Na Austrália participa de 5% da área plantada de manga, e no Brasil é a segunda em área de produção. É uma planta de tamanho médio, de vigor moderado e com hábito de crescimento aberto.

Os frutos são verde-arroxidados quando imaturos e torna-se corados de vermelho escuro quando maduros. A polpa é amarelada, firme, com pouca ou nenhuma fibra. As sementes são monoembriônicas e compridas. Apresenta uma produtividade de 147 a 197 frutos por planta em três safras é considerada regular pela idade da planta e pelas condições apresentadas no Brasil. Com fruto grande oblongo ou alongado e seu comprimento varia de 12,42 a 15 cm, com peso de 370 a 430, de 500 a 700 e até 905g. A consistência da polpa no teste de pressão (libras/3/16'') foi de 9,0, o diâmetro maior de 8,17cm, o diâmetro menor 7,60 cm, com peso específico real de 1,00 e o peso aparente de 0,46 (g.cm³) (MANICA, 2001). O teor de Sólidos Solúveis de 19 °Brix é

superior ao da Tommy Atkins, o que deve concorrer para o seu sabor superior (GENÚ & PINTO, 2002)

Peixoto et al. (2005), em estudo realizado no município goiano de Ipameri, constataram o bom desempenho da cultivar Palmer em relação à produtividade e às características comerciais dos frutos, em comparação com as cultivares americanas Apple, Tommy Atkins e Van Dyke. Modesto (2013) observou que a cultivar Palmer apresentou produção tardia em comparação com as cultivares Haden e Tommy Atkins. Verificou-se ainda que na safra 2011/2012, a cultivar Palmer alcançou maior produção e maior produtividade que a 'Haden'.

2.4 Reguladores vegetais

Os reguladores vegetais são substâncias químicas que têm sido utilizadas para manipular o crescimento vegetativo de algumas espécies, sendo o desafio fazê-lo sem reduzir a capacidade produtiva. O manejo do crescimento vegetativo é de grande importância na produção de fruteiras, já que evitando a brotação excessiva pode-se induzir à floração e frutificação precoce em plantas jovens (RADEMACHER, 2004).

Segundo Taiz & Zeiger (2013) os baixos índices de giberelinas (GA) promovem o florescimento de algumas espécies de plantas, substituindo, inclusive, as necessidades de fotoperíodo de baixas temperaturas para florescer. Altos níveis de GA inibem a floração e estimula o crescimento vegetativo, e o seu declínio a floração.

O uso de reguladores de crescimento adquiriu grande importância, pois com seu uso, está sendo possível modificar diversos aspectos fisiológicos naturais na planta. Principalmente, nas regiões de clima semiárido, o uso do PBZ é uma prática que permite a produção de manga o ano inteiro, no entanto, o ajuste de doses adequadas deve ser estudado.

A maioria dos reguladores vegetais inibe a síntese de giberelinas, podendo ser utilizado no manejo do crescimento vegetativo, necessário à indução da floração e frutificação em plantas jovens (RADEMACHER, 2004). Três tipos diferentes de reguladores vegetais que interferem na síntese da GA podem ser relacionados: os compostos quaternários, como o cloreto de mepiquat e o cloreto de chlormequat; os compostos cíclicos contendo um nitrogênio, como o PBZ e uniconazole; os

acilciclohexanodionas, como o etil-trinexapac e o prohexadione-Ca, que podem bloquear as reações finais do metabolismo de GA (RADEMACHER, 1995).

2.4.1 Paclobutrazol

O PBZ [(2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4,-triazol-1-yl)pentan-3-ol], é o regulador vegetal que interfere na síntese de giberelinas na etapa em que atuam as monoxigenases e tem sido usado para o manejo da floração da mangueira, promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação (DAZIEL et al., 1984). Nas 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 possibilidade de escalonamento da produção da mangueira. 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.

O PBZ é absorvido por meio das raízes, tecidos dos ramos e folhagem (TONGUMPAI et al., 1991; BURONDKAR & GUNJATE, 1993). Como a maioria dos triazóis, o Pbz é principalmente móvel no xilema, com o movimento acrópeto, que segundo Ferrari & Sargent (1996), seu transporte é orientado pela corrente de transpiração, o que pode explicar a maior eficiência da aplicação via solo. Como os meristemas apicais não estão conectados diretamente ao tecido vascular, a forma de transporte do PBZ para as folhas e gemas das plantas não está clara. As possibilidades levantadas são a inibição da biossíntese de GA ainda nas raízes ou mesmo o transporte do PBZ via xilema/ floema/ simplasto ou ainda, outro sinal ligado diretamente ao meristema (BANGERTH, 2006).

Poucos dados mostram de fato que a concentração de GAs é menor em gemas terminais tratadas com PBZ. Naphron et al. (2004) encontraram decréscimos na concentração de GA, em gemas de mangueiras tratadas com PBZ somente nas primeiras três semanas depois da indução, a partir deste momento os níveis deste hormônio excederam os das plantas não tratadas com PBZ. Ao lado destas alterações nos níveis de GA, um aumento nos níveis de citocininas (CK) também foi observado, levantando a questão da especificidade destas mudanças hormonais.

Em relação à dose de PBZ adequada para as cultivares de mangueira, este pode variar, com o porte, idade da planta, a forma de aplicação (ICI, 1993). Com relação a

idade, planta mais jovem é mais sensível e responde ao PBZ com doses menores. A eficiência, bem como a vida média do paclobutrazol no solo, também vai depender das práticas culturais, condições climáticas e do tipo de solo. O período de vida do paclobutrazol no solo pode variar entre 6 e 12 meses (VOON et al., 1993; KURIAN & IYER, 1993). Entretanto, Nartvarant et al. (2000), encontraram teores do produto no solo depois de doze meses da aplicação, sem que fossem encontrados resíduos nos frutos maduros produzidos na área.

2.5 Caracterização Morfofisiológica

Os efeitos morfológicos são acompanhados por alterações no desenvolvimento e fisiologia das plantas, reduzindo o consumo de água, atrasando o processo de senescência e aumentando a resistência a estresses ambientais (FLETCHER et al., 2000). Lima Filho et al. (2003) observaram uma tendência de queda no potencial hídrico da manga Tommy Atkins com o aumento das concentrações. Estes autores também constataram um aumento significativo na resistência estomática e uma consequente redução na transpiração, atribuindo estes fatos ao efeito do PBZ sobre o sistema radicular. Esses mesmos autores relatam que a fotossíntese é a variável menos afetada pela aplicação de Paclobutrazol no solo considerando-se as doses de 0,5 e 1,0 g. Entretanto estas dose provocam reduções significativas na condutividade estomática e na transpiração da mangueira, principalmente em momentos de alta demanda evapotranspirométrica.

A magnitude da redução na concentração de amido e de açúcares redutores nas folhas depende da concentração de PBZ aplicada, diminuindo à medida que aumenta a concentração do produto (OKUDA et, al., 1996). Esta ação do PBZ está associada à mudança nos níveis de vários metabólitos importantes e, principalmente, ao acúmulo de carboidratos (GOGUEY, 1997& RAHIM ET AL., 2011), o que proporciona o florescimento das plantas. A aplicação de PBZ é responsável por aumentos significativos na concentração de amido no sistema radicular.

Em plantas alternantes, o esgotamento das reservas de carboidratos nos anos de alta produção resulta em redução na diferenciação de gemas e, conseqüentemente, no número de flores no ano seguinte (SPIEGEL-ROY & GOLDSCHMIDT, 1996). Outra evidência está em pesquisas que mostram que o anelamento de ramos ou troncos de plantas provoca aumento da concentração de amido nos ramos, aumento na indução

floral e vingamento de flores. Os efeitos citados seriam devidos à interrupção do fluxo de carboidratos, pelo floema, da parte aérea até as raízes das plantas (DAVIES & ALBRIGO, 1994).

No processo fisiológico da floração da mangueira, segundo Tongunpai et al. (1996), a auxina e giberelina são responsáveis pelo crescimento vegetativo e a citocinina pelo crescimento reprodutivo ou floral propriamente dito, sendo esse balanço hormonal que influencia a floração. Têm-se ainda o etileno como um grande responsável pela maturação dos órgãos reprodutivos da planta (FELLIPE, 1979). Quando a planta inicia a biossíntese do etileno, observa-se a exudação de látex nas gemas apicais e uma acentuada epinastia nas folhas maduras (DAVENPORT & NUÑEZ-ELIZEA, 1997).

O etileno é considerado o maior responsável pela abscisão de frutos durante a frutificação. Roemer et al. (2011), reportam grandes níveis de etileno em frutos caídos quando comparado com aqueles retidos nas plantas.

As técnicas do manejo da indução floral, além do regulador vegetal PBZ, necessitam de uma série de práticas envolvendo poda, nutrição, equilibrada e irrigação ajustada de acordo com cada fase fenológica da cultura.

Associado a aplicação do PBZ no manejo da indução floral, têm-se a quebra da dormência feita com nitratos. Esses nitratos são usados em pulverizações após um período de 90 a 100 dias da aplicação do Paclobutrazol. Entretanto, o Nitrato não induz a floração, ele estimula a iniciação de crescimento que poderá ser: vegetativo, reprodutivo ou floral e, ainda, misto. O nitrato de potássio é usado na dose entre 3 a 4%, o nitrato de cálcio de 2 a 3% e o nitrato de amônia a 1,5%. (ALBUQUERQUE & MOUCO, 2000).

As respostas às aplicações do nitrato variam bastante e dependem de diversos fatores, como condições climáticas, equilíbrio nutricional da planta, variedade e, principalmente, do grau de maturação das gemas. É bom salientar que a irrigação é reduzida aos 60 dias da aplicação do PBZ e só deve retornar aos índices normais, quando for observada a florada acima de 50%.

Diversos estudos foram realizados com produtos a base de nitratos como o nitrato de potássio (KNO_3), nitrato de cálcio e nitrato de amônio. Pulverizando-se

mangueiras com nitrato de potássio, desencadeia-se a reação do nitrato redutase que resulta na metionina, que é um produto intermediário precursor do etileno, que, por sua vez induz a floração. Caldeira (1989) sugere duas hipóteses que poderiam contribuir para explicar tal mecanismo. A primeira hipótese é que o produto a base de nitrato atua sobre a ação da enzima nitrato redutase liberando o íon nitrito para a formação de metionina, aminoácido precursor do etileno, e este desencadeia a indução, diferenciação e florescimento. A segunda hipótese é que o íon nitrito desenvolveria um estresse físico-químico na planta, estimulando a produção de etileno endógeno seguindo o mesmo processo anterior.

Outra característica fisiológica na folha da mangueira é o aumento do teor de clorofila. Delgado et al. (1995), constataram aumento nos teores de clorofila da folhas, todavia, esse aumento não se reflete na produção total de fotoassimilados pelas plantas, em consequência de redução na área foliar (DAVIS et al., 1988).

2.6 Formas de aplicação

A aplicação do paclobutrazol no cultivo da mangueira é realizada diluindo-se o produto comercial em dois litros de água, que deve ser despejado no solo, junto ao colo ou na projeção da copa, em cada uma das plantas do pomar, e de forma que a solução seja distribuída uniformemente, de forma a evitar respostas diferenciadas na copa (brotação irregular); o processo gera um custo extra e significativo pela aplicação individual. No entanto, já existem iniciativas de produtores de manga na região para a aplicação do PBZ, via sistema de irrigação, mas não foram feitos estudos quanto à eficiência técnica e econômica da prática e avaliação do impacto no ambiente, principalmente com relação aos resíduos.

A quimigação é o processo de aplicar produtos químicos via água de irrigação. Esse processo consiste em introduzir uma solução (fertilizante, inseticida, fungicida, herbicida, nematicida e etc.) no interior da tubulação ou na lateral do sistema e desta para o ponto extremo de distribuição, que pode ser o aspersor, o difusor ou o gotejador. Com a quimigação é possível uma aplicação segura e efetiva da quantidade apropriada de produto, pela qual reduz-se os custos de produção enquanto se protege o operário e o ambiente (LEON NEW, 1990)

Entre os reguladores vegetais, que são substâncias sintéticas, utilizados em fruticultura, o PBZ apresenta como inconveniente à necessidade de aplicação no solo,

devido maior eficiência no movimento acrópeto (planta) e a maior persistência na planta e no solo. O daminozide também é considerado um regulador vegetal que apresenta altos níveis de resíduos e de persistência no solo (RADEMACHER et al., 2006).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de formas de aplicação e de diferentes doses do PBZ aplicadas via sistema de irrigação, nas características fisiológicas, bioquímicas, de produção e da pós-colheita, da mangueira cultivar Palmer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. Application methods of paclobutrazol on mango crops. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 6., 1999, Pattaya. Abstracts... Pattaya: Kasetsart University: ISHS, 1999. p. 225.
- ALBUQUERQUE, J. A. S. DE; MOUCO, M. A. DO C. Manga: indução floral Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2000. 32p (Embrapa Semiárido. Circula Técnica, n. 47).
- ALBUQUERQUE, J.A.S. de; MOUCO, M. A. do C. Efeitos, doses e aplicação do paclobutrazol em mangueira sob condições de alta temperatura do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: SBF, 2000.
- ALBUQUERQUE, J.A.S.; MEDINA, V.D.; MOUCO, M.A.C. Indução floral. In: GENU, P.J.C.; Pinto, C.A.Q. (Ed.), A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.13, p. 259-276.
- ANUÁRIO Brasileiro de Fruticultura. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015. 75 p. il.
- BANGERTH, F. Flower induction in perennial fruit trees: still an enigma? *Acta Horticulturae*, Leuven, n. 727, p.177-196, 2006.
- BARRET, J.E. & BARTUSKA, C.A. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. *HortScience*, v.17, p.737-738, 1982
- BURONDKAR, M. M.; GUNJATE, R. T. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in "Alphonso" mango with paclobutrazol. *Acta Horticulturae*, Miami-USA, n. 341, p.206-215, 1993.

Caldeira, M, L. *Indução química de florescimento de manga*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANGUICULTURA, 2, 1989, Jaboticabal, SP, Anais...Jaboticabal,:FCAV/UNESP, 1989. P. 157-163.

CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. *Origem, dispersão, taxonomia e botânica*. In: GENÚ, P. J. C. & PINTO, A. C. Q. *A Cultura da Mangueira*. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2002. p. 31-36.

DAVENPORT, T. L.; NUÑEZ-ELISEA, R. *Reproductive Phisiology*. In: LITZ, R.E. *The mango*. Wallingford: CAB International, 1997, p.69-121.

DAVIES, F. S. & ALBRIGO, L.G. *Environmental constraints on development and physiology of citrus*. In: *Citrus*. (CAB International), 1994. p.52-82.

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

DAZIEL, J.; LAWRENCE, D.K. *Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol*. *British Plant Growth Regulators Group Monograph*, v.4, p.1-14, 1984.

DELGADO, R.R.; RODRIGUEZ, R. & CASAMAYOR, R. *Empleo de paclobutrazol em plantas de lima persa sobre naranjo trifoliado 'Rubdoux' a altas densidades*. *Agrícola Vergel*, p.121-125, 1995.

EMBRAPA. *Manga – cultivares*. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_15_24112005115221.html>. Acesso em: 27 fevereiro 2016.

FELIPPE, G. M. *Etileno*. In: FERRI, M. G. *Fisiologia Vegetal*. 2.ed. São Paulo: E.P.U., 1979. p.163-192.

FERRARI, D. F.; SERGENT, E. A. *Promoción de la floración y frutificación en mango (Mangifera indica L.) cv. Haden, con paclobutrazol*. *Revista de la Faculdade de Agronomia*. Maracay-Venezuela, v.22, p.9-17. 1996.

FLETCHER, R. A.; SOPHER, C. R.; VETTAKKORUMAKANKAV. *Regulation of gibberellins is crucial for plants stress protection*. In: BASRA, A. S. (Ed.). *Plant growth*

regulators in agriculture and horticulture: their role and commercial uses. New York: Food Products Press. 2000. p. 71-87 .

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: fevereiro de 2016.

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

GOGUEY, T. Architectural approach of the mechanism of canopy growth and flowering of mango trees. *Acta Horticulturae*, The Hague, v. 455, p. 124-131, Aug. 1997. Edition of the Proceedings of the 5th International Mango Symposium, Tel Aviv, Israel, Sep. 1996.

HOJO, E. T. D.; ABREU, C. M. P. de; ASMAR, S. A.; HOJO, R. H.; CÔRREA, A. D.; VILAS BOAS, E. V. de B. Avaliação da qualidade de manga ‘Palmer’ tratada com 1-metilciclopropeno e armazenada sob refrigeração e condição ambiente. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 028-038, Março 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística > Produção Agrícola Municipal. Acesso em: fevereiro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/>>. Acesso em: fevereiro de 2016.

INTERNATIONAL COMMONWEALTH INSTITUTE. Regulador de crescimento: para controlar y obtener um desarrollo optimo de la vegetacion. Londres, 1993. Np.

KURIAN, R. M.; IYER, C. P. Chemical regulation of tree size in mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Alphonse: II. Effects of growth retardants on flowering and fruit set. *Journal of Horticultural Science*, Kent, v. 68, n. 3, p. 355-360, 1993.

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.; MOUCO, M. A.; REIS, V. C.; SILVA, N.G. Conseqüências da aplicação do paclobutrazol sobre o sistema radicular e comportamento hídrico da

mangueira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 49., 2003, Fortaleza. Programa e resumos...Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical 2003. p.81. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 67).

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, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 1, p. 096-101, Abril 2007.

MANICA, I. Tratos culturais. In: MANICA, I. Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 309-360.

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, vol 34, p.1103-1105, 1999.

MODESTO, J.H. Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais. 2013. 75f. Dissertação Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

NAPHRON, D.; SRUAMSIRI, P.; HEGELE, M.; BOONPLOD, N.; BANGERTH, F.; MANOCHAI, P. Hormonal changes in various tissues of mango trees during flower induction following cold temperature. Acta Horticulturae, Leuven, n. 645, p. 453-457, 2004.

NARTVARANANT, P.; SUBHADRABANDHU, S.; TONGUMPAL, P. Practical aspect in producing off-season mango in Thailand. Acta Horticulturae, Leuven, n. 509, p. 661-668, 2000.

OKUDA, H.; KIHARA, T. & IWAGAKI, I. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate contents in roots and leaves of Satsuma mandarine. Journal of Horticultural Science, v.71, p.785-789, 1996.

- PEIXOTO, N.; MOREIRA, F.M.; PEREIRA, J.A.; FIRMINO, W.G. Avaliação de cultivares de manga em Ipameri. In: III Seminário de Iniciação Científica da UEG, 2005, Anápolis-GO. Anais do 3º Seminário de Iniciação Científica da UEG, 2005.
- PINTO, A. C. de Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 3, p. 597, 2002.
- RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. Acta Horticulturae, Leuven, n. 653, p. 29-32, 2004.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. Acta Horticulturae, Leuven, n. 394, p. 57-74, 1995.
- RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA, G. Prohexadione-Ca: Modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. Acta Horticulturae, Leuven, n.727, p. 97- 106, 2006.
- RAHIM, A. O. S. A.; ELAMIN, O. M.; BANGERTH, F. K. Effects of paclobutrazol (PBZ) on floral induction and associated hormonal and metabolic changes of biennially bearing mango (*Mangifera indica* L.) cultivars during off year. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, Pakistan, v. 6, n. 2, p. 55-67, Feb. 2011.
- REIS, V. C. S.; CASTRO NETO, M. T. de; SOARES, J. M. Efeito da aplicação foliar do paclobutrazol na floração e frutificação da mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. 'Tommy Atkins'. Magistra, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, p. 11-18, 2000.
- SCHAFFER, B.; WHILEY, A .W.; CRANE, J. H. Mango. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. Handbook of environmental physiology of fruit crop: sub-tropical and tropical crops. 2. ed. Boca Raton, Florida: CRC PRESS,1994. p. 165-197
- SCHNELL, R.J.; BROWN, J.S.; OLANO, C.T.; MEEROW, A.W.; CAMPBELL, R.J.; KUHN, D.N. Mango genetic diversity analysis and pedigree inferences for Florida cultivars using microsatellite markers. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 131, n. 2, p. 214-224, 2006.
- SILVA, C. R. de R; FONSECA, E. B. A; MOREIRA, M. A. A cultura da Mangueira, 2000. Disponível em:< www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensão/bol_24.pdf>. Acesso em: fevereiro 2016.

SPIEGEL-ROY, P. & GOLDSCHMIDT, E.E. Reproductive physiology: flowering and fruiting. In: _____. *Biology of Citrus*. Cambridge University Press, 1996. p. 70-125.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848p.

TONGUMPAL, P. Flower induction of mango. *Ext. Bull. Kasetsart Univ. Thailand*, n. 19, 1991.

TONGUMPAL, P.; JUTAMANEE, K.; SUBHADHARABANGHU, S. Effect of paclobutrazol on flowering of mango cv Khiew Sawoey. *Acta Horticulturae*, Leuven, n. 291, p. 67-70, 1996.

VALEEXPORT. Associação dos Produtores Exportadores de Hortigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco -VALEEXPORT, 2012, Petrolina – PE.

VOON, C.; PITAKPAIVAN, C.; TAN, S. Mango cropping manipulation with cultar. *Acta Horticulturae*, Leuven, n. 341, p. 219-228, 1993.

ARTIGO I

**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DA MANGUEIRA CV.
PALMER COM A APLICAÇÃO DE PACLOBUTRAZOL VIA SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO**

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as variáveis fisiológicas e bioquímicas da mangueira cultivar Palmer, sobre de diferentes doses de paclobutrazol aplicada via sistema de irrigação. O experimento foi conduzido no período de agosto de 2014 a maio de 2015, em um pomar de mangueiras da variedade Palmer, 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 (T1 – 0,7; T2 -1,0; T3- 1,3; T4- 1,6; T5- 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), e um tratamento adicional, com a aplicação uma dose na forma convencional (T0 – 1,90 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese, condutância estomática, transpiração, temperatura foliar, relação CO₂ (Ci/Ca), teor de proteínas totais, açúcares redutores, açúcares solúveis totais e açúcares não redutores no tecido foliar e no fruto e a enzima redutase do nitrato. Aplicação do PBZ via sistema de irrigação mostrou-se mais eficiente em comparação com a aplicação convencional, permitindo uma maior assimilação do produto pela planta. Dentro das dosagens aplicadas via sistema de irrigação as características fisiologia e bioquímica, obtiveram os maiores valores na menor dose 0,7 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, demonstrando a eficiência da aplicação, e a possibilidade de redução da dose aplicação via sistema de irrigação. As formas de aplicação e dose aplicada via sistema de irrigação não influenciaram na atividade da redutase do nitrato, sendo a atividade da redutase mais eficaz no sistema radícula da mangueira cultivar Palmer.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological and biochemical variables mango cultivate Palmer on different doses of paclobutrazol applied by irrigation system. The experiment was conducted from August 2014 to May 2015, in an orchard of mango trees of the variety Palmer at Special Fruit Farm in the municipality of Petrolina-PE. The experimental design was a randomized block, with five doses of paclobutrazol applied by irrigation system (T1 - 0.7; -1.0 T2, T3 1.3, T4 1.6; T5- 1.9 g.a.i.m⁻¹ of linear canopy), and an additional treatment, applying a dose in the conventional way (T0 - 1.90 g.a.i.m⁻¹ of linear canopy) with four replications. The variables analyzed were: rate of photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, leaf temperature, CO₂ ratio (Ci / Ca), total protein content, reducing sugars, soluble sugars and non-reducing sugars in

the leaves and the fruit and the reductase enzyme nitrate. Application of PBZ irrigation system was more efficient compared with the conventional application, allowing for a greater assimilation of the product by the plant. Within the dosages applied through irrigation characteristics physiology and biochemistry system, obtained the highest values at the lowest dose 0.7 g.a.i.m^{-1} of linear canopy, demonstrated the application efficiency, and the possibility of reducing the dose applied through irrigation system. The application forms and dose applied through irrigation system did not influence the activity of nitrate reductase, and the activity of the reductase more effective in the radicle system hose cultivate Palmer.

Keywords: *Mangifera indica* L.; PBZ; Chemigation.

INTRODUÇÃO

A mangueira é uma das mais importantes frutíferas do Brasil no aspecto socioeconômico, contribuindo significativamente para a pauta de exportações brasileiras de frutas frescas, fortalecendo a balança comercial (REIS *et al.*, 2011). Atualmente, o Brasil ocupa a sétima posição de maior produtor de manga do mundo, atrás da Índia, China, Tailândia, Indonésia, Paquistão e México (FAO, 2014).

No Nordeste, a mangueira é cultivada em praticamente todos os estados, preferencialmente nas áreas irrigadas da região semiárida, que apresentam excelentes condições para o desenvolvimento da cultura, proporcionando assim elevadas produtividades e qualidade de frutos (Almeida *et al.*, 2015).

O frio e o estresse hídrico são condições naturais que induzem a paralisação do crescimento vegetativo da mangueira, nas condições de clima subtropical e tropical, respectivamente. A ocorrência de temperaturas baixas, nas condições subtropicais, define o período de floração e produção da mangueira. Segundo Davies (2004), hormônios vegetais produzido na planta, em baixas concentrações promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos, sendo os hormônios vegetais responsáveis por regular o desenvolvimento e o crescimento das plantas. Isso ocorre devido a interação entre os hormônio, incluindo giberelinas (GA), auxinas (Ax), citocininas (CK), ácido abscísico (ABA) e etileno (Et) além dos brassinosteróides, ácidos jasmônicos, dentre outros.

GA e a Ax atuam juntas ou independentemente, como inibidores de sinais correlativos à indução floral de fruteiras perenes. Entretanto, apenas a aplicação de GA regularmente inibe ou atrasa a floração. As GAs são hormônios de crescimento e algumas são responsáveis pelo alongamento das células nas plantas (SALISBURY & ROSS, 1994). Segundo Castro Neto (1995), as concentrações do ácido abscísico (ABA) são maiores no período de iniciação floral, do que no período de crescimento vegetativo, onde o ABA compete com a geberelinas inibindo o crescimento vegetativo.

O uso de regulador vegetal tem possibilitado a modificação do balanço hormonal em favor da floração, sendo que estas substâncias químicas têm sido utilizadas para manipular o crescimento vegetativo de algumas espécies, sendo que o desafio é fazê-lo sem reduzir a capacidade produtiva. O paclobutrazol (PBZ) tem sido utilizado para manejar a floração da mangueira, promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação (TONGUMPAI et al, 1999).

Respostas diferentes à aplicação do PBZ são obtidas na cultura da mangueira porque existem muitas cultivares cultivadas comercialmente. A dose e a forma de aplicação também influencia a resposta das plantas ao PBZ (DAVENPORT, 2007; MOUCO et al., 2010), já que algumas têm a capacidade de vegetar mais intensamente que outras, por isso precisam de doses maiores. A sensibilidade do PBZ também irá depender do clima, idade e o vigor da planta (ALBURQUERQUE et al., 2002).

Em relação a influencia da aplicação do PBZ via sistema de irrigação sobre as trocas gasosas da mangueira, nenhuma informação foi encontrada na literatura para região semiárida. Entretanto, sabe-se que a aplicação do produto na forma convencional reduz a atividade fotossintética em citrus (VU & YELENOSKY, 1992), videira (HUNTER & PROCTOR, 1994), macieira, oliveira e morango (SINGH, 2001) e da manga (LIMA FILHO & MOUCO, 2000).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar diferentes doses de PBZ aplicada via sistema de irrigação sobre as variáveis fisiológicas e bioquímicas da mangueira cultivar Palmer.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2014 a maio de 2015, em um pomar de mangueiras cultivar Palmer, na Fazenda Special Fruit, no Município de Petrolina-PE, localizada a 9°8'8,9''S de latitude, 40°18'33,6''O longitude, 373 m altitude. O clima da região é classificado como semiárido, do tipo BSw_h' segundo a classificação climática de Köppen. 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 na Figura 1, coletados de uma estação meteorológica instalada próxima ao local de instalação do experimento.

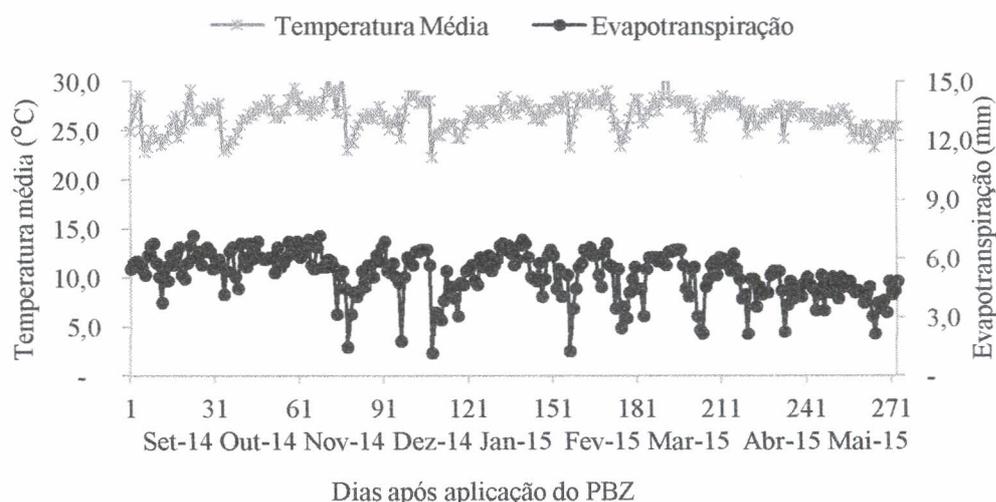


Figura 1. Temperatura Média e evapotranspiração, registrados no período de setembro de 2014 a maio 2015, na Fazenda Special Fruit. Petrolina/PE.

Foram usadas plantas de mangueira da cv. Palmer, com seis anos de idade, em um espaçamento de 3 x 6 m (556 plantas por hectare), com um diâmetro médio da copa de 2 m. A irrigação da área foi de duas linhas de gotejo por fileira de planta, em um espaçamento de 0,50 m entre gotejadores. Os tratos culturais, como capina, adubação e pulverizações com defensivos, foram os normalmente utilizados na propriedade e preconizadas por Albuquerque et al., (1999). A fonte PBZ utilizada para auxiliar a indução floral foi o Cultar, produto comercial da Syngenta, com 25% de ingrediente ativo (i.a.).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de PBZ aplicado via sistema de irrigação (T1 – 0,7; T2 -1,0; T3- 1,3; T4- 1,6; T5- 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), e um tratamento adicional, com a aplicação uma dose na forma convencional (T0 – 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro plantas sendo consideradas as duas plantas centrais como úteis.

Foram realizadas podas em toda área do pomar, a aplicação do PBZ foi dia 30/10/14 logo após foram feitas irrigações das plantas, para que a água leva o produto até as raízes, para ser absorvido pelas plantas. Decorridos 65 e 70 dias após a aplicação do PBZ, no período que as plantas apresentaram ramos maduro, foram realizadas pulverizações foliares do Nitrato de Cálcio, e redução da lâmina de água.

As avaliações fisiológicas e bioquímicas no tecido foliar foram realizadas em dois estádios fenológicos do ciclo produtivo da mangueira (Floração e Maturação), Utilizando-se o delineamento experimental de parcelas subdivididas, sendo as parcelas as doses de PBZ e as subparcelas as fases de coleta. As trocas gasosas foram avaliadas a partir do Analisador Portátil de Gás Infravermelho (IRGA), modelo Li-6400, utilizando luz artificial fixada em 2500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), temperatura foliar (*Tf*) e a relação CO₂ (*Ci/Ca*). As amostragens foram realizadas quatro e oito meses após a aplicação dos tratamentos, em folhas expostas ao sol, pela manhã, entre 9:00 e 10:00 h.

Logo após as avaliações fisiológicas foram coletadas folhas para as características bioquímicas no tecido foliar. As folhas foram secadas em estufa, a 60°C, até atingir o peso constante, em seguida foram trituradas em moinho, e macerada com uma solução tampão e centrifugada para obtenção do extrato. Desse extrato foram determinados: Os açúcares solúveis totais (AST) pelo o método da antrona descrito por Yemm & Willis (1954), os açúcares redutores (AR) quantificados a partir da utilização do ácido 3,5 dinitrossalicílico (DNS) e metodologia descrita por Miller (1959), e as proteínas totais (PT) foram quantificadas a partir da metodologia descrita por Bradford (1976). Os teores de açúcares não redutores (ANR) foram determinados por diferença entre a concentração dos açúcares solúveis totais e açúcares redutores.

Para as características bioquímicas do fruto não foram considerados os estádios fenológicos. A colheita foi realizada no 20/05/15, foram colhidos 12 frutos por tratamento, a polpa dos frutos foi triturada para determinar os açúcares solúveis totais (AST) e os açúcares redutores (AR). AST no fruto foram determinados pelo método de antrona, os resultados foram descritos conforme metodologia proposta por Yemn e Willis (1954). AR no fruto foi determinado pelo método do DNS, Os resultados conforme metodologia proposta por Miller (1959). Os açúcares não redutores (ANR) foram determinados por diferença entre a concentração dos açúcares solúveis totais e os açúcares redutores.

Na fase de floração foi realizado o ensaio in vivo da enzima Redutase do Nitrato (RN) no tecido foliar e no sistema radicular das plantas sendo expressa em $\text{NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \text{MF} \cdot \text{h}^{-1}$. A coleta foi realizada as 8:00 h.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos T0 e T5 submetidas ao teste de Tukey (5%) para comparar as duas formas de aplicação do PBZ, e regressão para as cinco doses aplicadas via sistema de irrigação, quando significativos (5%). As análises foram feitas com o auxílio do programa SISVAR[®] 3.01.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se na análise de variância que não houve interação entre as formas de aplicação do PBZ e fases de fenologia da mangueira (floração e Maturação), para todas as características avaliadas. Entre as formas de aplicação do PBZ, pode-se observar na Tabela 1 que as variáveis; taxa de fotossíntese, condutância estomática e temperatura foliar, apresentaram efeito significativo. A forma de aplicação convencional promoveu um acréscimo de 14 % na taxa de fotossíntese, de 25 % na condutância estomática e, conseqüentemente, uma diminuição de 2 % na temperatura foliar. As variáveis bioquímicas no tecido foliar e no fruto não apresentou efeito significativo para as formas de aplicação.

Tabela 1. Formas de aplicação do paclobutrazol na mangueira cultivar Palmer, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE - 2016.

	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	gs ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	E ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Tf ($^{\circ}\text{C}$)	Ci/Ca
Convencional	21,33a	0,20a	4,67a	32,17b	0,47a
Via sistema de irrigação	18,14b	0,15b	3,88a	32,83a	0,42a
cv%	11,17	18,77	18,28	1,53	16,51

Taxa de fotossíntese = A; Condutância = gs; Transpiração = E ; Temperatura foliar = Tf; relação $\text{CO}_2 = \text{Ci/Ca}$. Colunas de mesma letra não diferem entre as coletas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Lima Filho & Mouco (2004), avaliando as consequências da aplicação do PBZ sobre as trocas gasosas da mangueira, observaram que os maiores valores da taxa de fotossíntese e da condutância estomática foram obtidos nas plantas não tratadas pelo produto, e que dentro das doses houve uma redução significativa com o aumento das doses. Baseando nos resultados encontrados pelos autores e na redução da capacidade fotossintética em função da aplicação via sistema de irrigação encontrado na tabela 1, pode-se afirmar que assimilação do produto foi mais eficiente em plantas que receberão a aplicação do produto via sistema de irrigação, o que pode estar associado ao fato da aplicação via sistema de irrigação colocar PBZ de forma mais bem distribuída na zona de maior concentração de raízes da planta, onde o sistema radicular encontra-se mais ativo.

Avaliando as fases fenológicas (Tabela 2) pode-se observar de uma forma geral, que os efeitos fisiológicos e bioquímicos foram menos afetados na fase de floração. Isso pode ter ocorrido devido à relação fonte/dreno na fase de frutificação, onde os frutos tornam-se os principais drenos para a importação de carboidratos, aminoácidos e outros materiais translocados pelo floema. A taxa de fotossíntese, os teores de proteína totais, os açúcares solúveis totais e a estimativa do teor de sacarose obtiveram um acréscimo em 12%, 9%, 33% e 40% respectivamente, na fase floração. A maior taxa fotossintética no período de floração pode estar associada aos dados climáticos, principalmente relacionados à maior radiação solar. Na fase de maturação do fruto houve um aumento de 23% na condutância estomática, de 2% na temperatura foliar, 34% na relação Ci/Ca e de 30% nos açúcares redutores.

Tabela 2. Variáveis fisiológicas e bioquímicas em dois estádios fenológicos da mangueira cultivar Palmer, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE – 2016.

	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	gs ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Tf ($^{\circ}\text{C}$)	Ci/Ca	PT (mg g^{-1})	AST (mg g^{-1})	AR (mg g^{-1})	ANR (mg g^{-1})
Floração	21,56a	0,16b	32,14b	0,36b	124,10a	17,79a	1,18b	16,45a
Maturação	18,86b	0,21a	32,89a	0,55a	112,91b	11,87b	1,70a	9,87b
cv%	11,41	24,92	1,46	15,55	11,05	10,56	18,19	11,84

Taxa de fotossíntese = A; Condutância = gs; Temperatura foliar = Tf; Relação CO_2 = Ci/Ca; Proteínas totais = PT; Açúcares redutores = AR; Açúcares solúveis totais = AST; Açúcares não redutores = ANR. Colunas de mesma letra não diferem entre as coletas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento na temperatura foliar na fase de Maturação do fruto, segundo Tribuzy (2005), pode alterar a estrutura de enzimas envolvidas na etapa de carboxilação, bem como incrementar a fluidez das membranas do cloroplasto o que afeta diretamente a assimilação líquida de carbono (A). Sendo assim, tanto o processo bioquímico quanto a fixação do CO_2 são prejudicados pelo aumento da temperatura foliar. Oliveira (2015), avaliando os teores de açúcares solúveis no período de desenvolvimento dos frutos, encontrou a média de 37 mg g^{-1} de matéria seca nas folhas, resultado superior a encontrado nesse trabalho.

Avaliando as características fisiológicas em função das doses aplicadas via sistema de irrigação, pode-se observar que as doses não apresentaram interação significativa com as coletas. De modo geral, o aumento da dosagem do PBZ, provocou uma redução nas trocas gasosas da mangueira (Figura 2). A menor taxa de fotossíntese (figura 2A) foi observada quando aplicada a maior dose $1,9 \text{ g.i.a.m}^{-1}$ linear de copa com o valor médio de $18,13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, promovendo uma redução de 22%. Essa redução na taxa de fotossíntese pode estar relacionada com a redução da condutância estomática (Figura 2B), da transpiração (Figura 2C) e do aumento da temperatura foliar (Figura 2D), em decorrência do aumento das doses aplicadas.

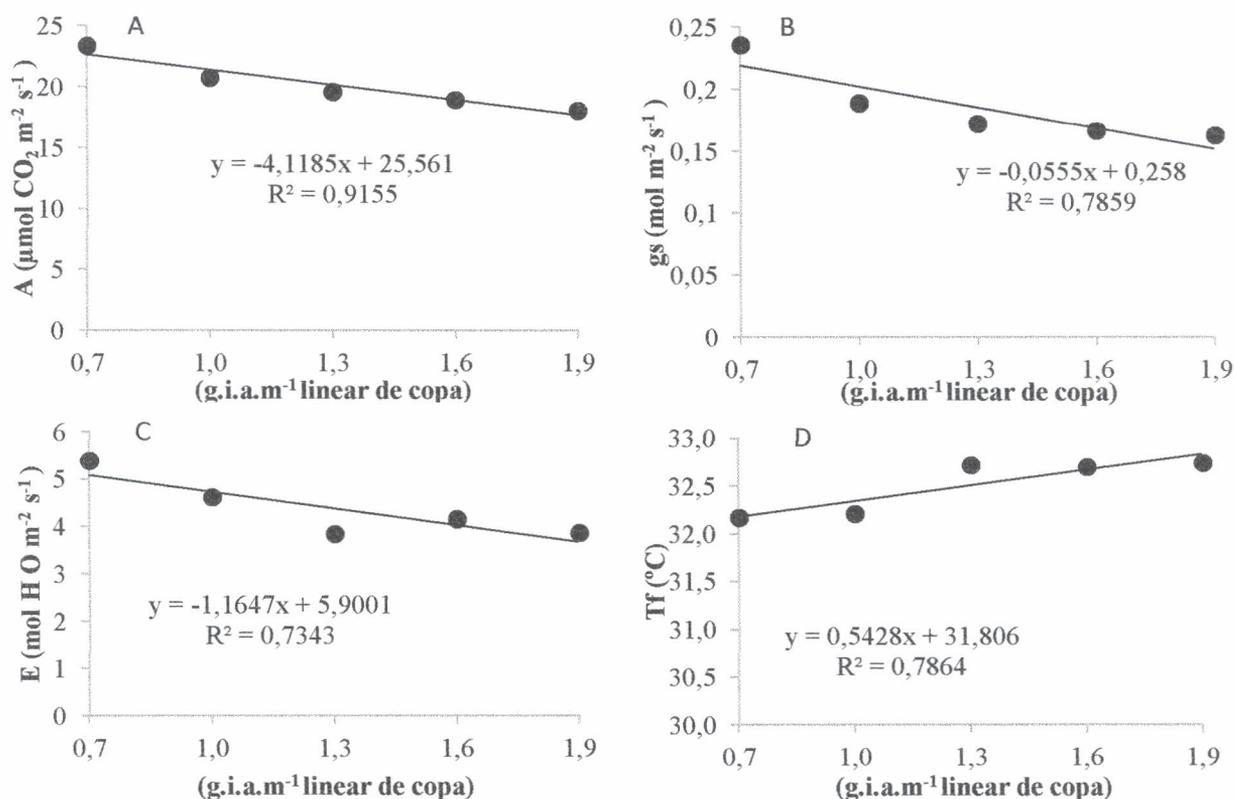


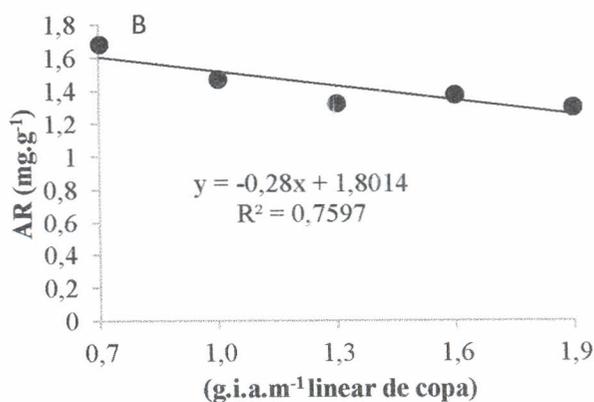
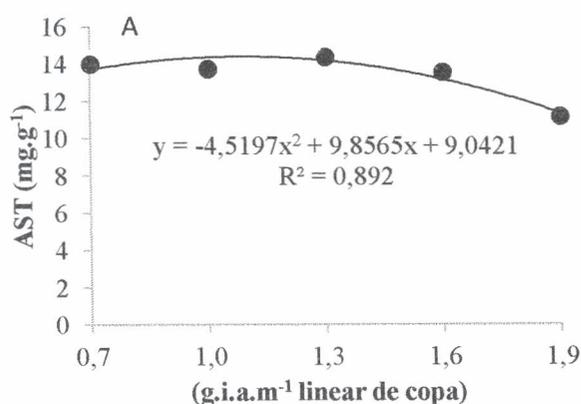
Figura 2- Taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), temperatura foliar (Tf), de mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação no lado leste-oeste da planta. No Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

A condutância estomática e a transpiração apresentaram uma equação linear negativa. Os aumentos das doses de PBZ promoveram uma redução de 30% na condutância estomática e de 28% na transpiração. O menor valor para a condutância estomática ($0,16 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e da menor transpiração ($3,87 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram observados na aplicação da maior dose do produto. Lima Filho & Mouco (2004), avaliando as consequências da aplicação do PBZ sobre as trocas gasosas de mangueiras no Vale do São Francisco, observaram reduções significativas nas taxas fotossintéticas, condutância estomática e na transpiração de mangueiras cv. Tommy Atkins, com o aumento das doses de PBZ. Lima Filho et al. (2003), observaram uma tendência de queda no potencial hídrico da manga "Tommy Atkins" com o aumento das concentrações, e também constataram uma redução significativa na condutância estomática e uma consequente redução na transpiração, atribuindo estes fatos ao efeito do PBZ sobre o sistema radicular, em que, segundo os mesmos autores estes fatos estão

associados ao efeito do PBZ sobre as raízes, já que as concentrações aplicadas reduziram a matéria seca do sistema radicular.

O aumento das doses promoveu o fechamento estomático (Figura 2B), esse mecanismo adaptativo das plantas para evitar perdas excessivas de água, principalmente sob condições de estresse. No entanto, ao interferir na atividade fotossintética (Figura 2A), limitando a entrada de CO₂ pelo poro estomático, esse mecanismo pode ocasionar redução na produção de fotoassimilados. De acordo com Taiz & Zeiger (2013), a alta 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.

Avaliando as características bioquímicas no tecido foliar, pode-se observar que os teores de açúcares solúveis totais, proteínas e açúcares não redutores se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 3). Para os teores de açúcares solúveis totais (Figura 3A), o ponto máximo foi para dosagem de 1,09 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, que foi equivalente a 15,90 mg.g⁻¹. Os teores foliares de proteínas solúveis totais (Figura 3C), obtiveram o valor máximos de 127,86 mg.g⁻¹, que corresponde à uma dose 1,06 g.i.a.m⁻¹ linear de copa. Em relação aos açúcares não redutores (Figura 3D), o maior teor foi de 14,52 mg.g⁻¹, para à dose de 1,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa.



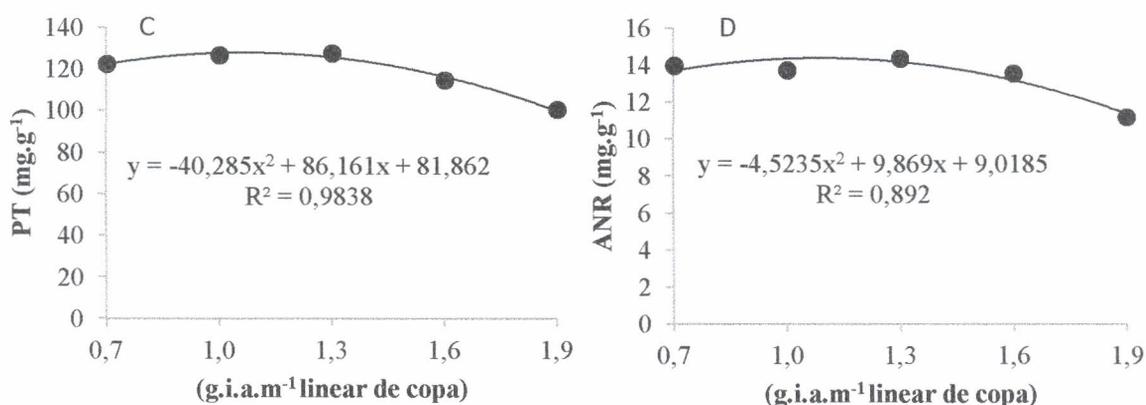


Figura 3. Açúcares solúveis totais = AST, Açúcares redutores =AR, Proteínas totais = PT e açúcares não redutores = ANR, no tecido foliar de mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

Pode-se verificar na Figura 3B, que os teores foliares de açúcares redutores apresentaram uma redução linear. O menor teor de açúcares redutores foi observado com a aplicação de 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, ficando em média de 1,31 mg.g⁻¹. Esses resultados corroboraram com os resultados obtidos por Da Cruz et al. (2007), avaliando os teores de carboidratos em limeiras ácidas ‘tahiti’ tratadas com PBZ, que encontrou uma redução com o aumento das dose. Segundo Okuda et al. (1996), a magnitude da redução na concentração de açúcares redutores nas folhas depende da concentração aplicada, diminuindo à medida que aumenta a concentração do produto.

Segundo Davenport (2007), os teores de carboidratos nas folhas estão envolvidos no desenvolvimento da panícula e na intensidade da indução do florescimento, portanto, a redução nos teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, proteínas totais e na estimativa do teor de sacarose, podem ter ocorrido em função da demanda energética para formação das inflorescências. Para Bolding et al. (2003), o consumo de carboidratos ocorre por ocasião das brotações e emissão de flores. O PBZ aumentou a porcentagem de florescimento nas plantas e consequentemente aumentou o consumo de carboidratos para formação e desenvolvimento das panículas, resultando em menores teores de carboidratos nas folhas.

Oliveira (2015), avaliando os teores foliares de açúcares solúveis totais no período de intumescimento das gemas florais obteve comportamento diferente ao apresentado neste trabalho, apresentando uma redução quadrática em função diferente doses de PBZ. O menor teor de açúcares solúveis foi de 33 mg.g⁻¹ de matéria seca nas

folhas de mangueira ‘Ubá’, que corresponde à dose de 1,76 g de PBZ.m⁻¹ linear da copa das plantas.

A redução das características fisiológicas e bioquímicas no tecido foliar, em função das doses de PBZ provocou redução nas características bioquímicas do fruto (Figura 4). O aumento das doses de PBZ promoveu uma redução linear de 31% nos açúcares solúveis totais, 54% nos açúcares redutores e 29% nos açúcares não redutores.

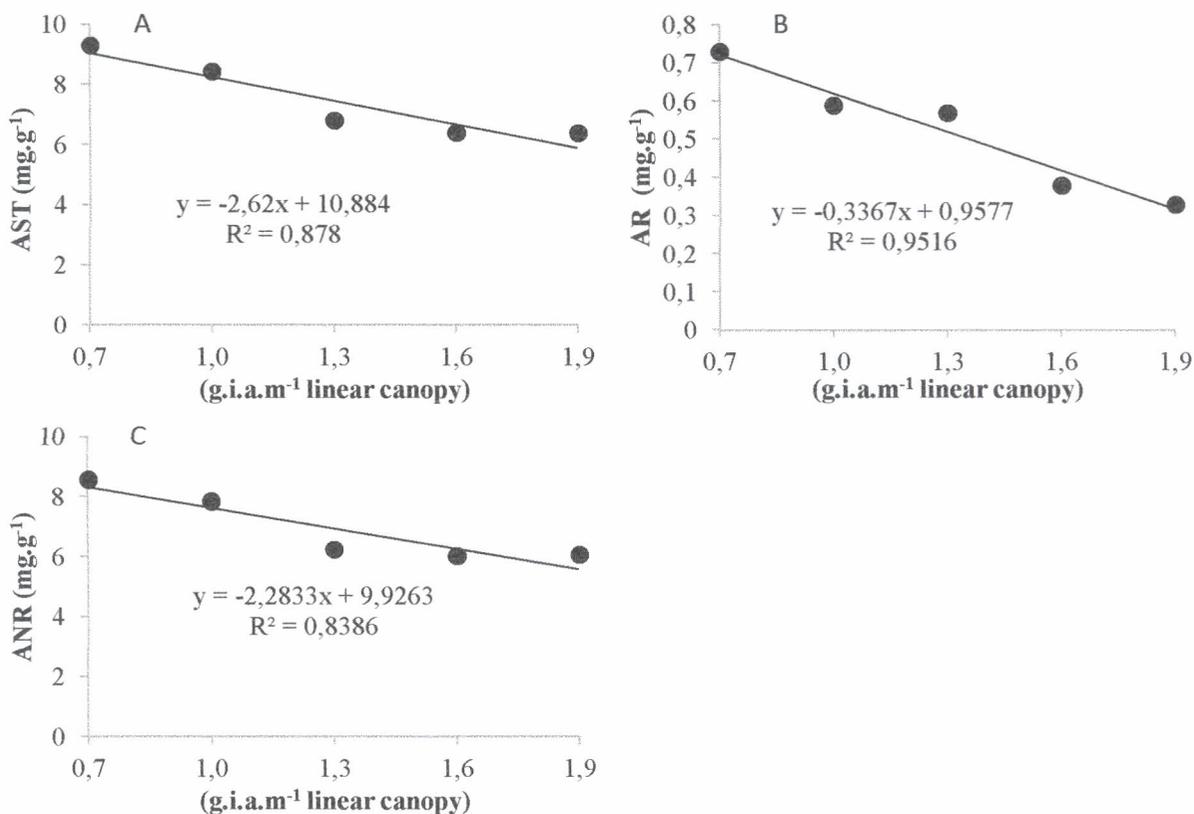


Figura 4. Açúcares solúveis totais = AST, açúcares redutores = AR e açúcares não redutores = ANR no fruto de mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

Essa redução pode estar também relacionada ao fato que as maiores doses PBZ ter antecipam o florescimento. De acordo com Salazar-Garcia & Vasquez-Valdivia (1997), o PBZ aplicado no solo permitiu uma antecipação do florescimento da planta, e quanto maior a dose usada no solo, maior é a antecipação, da frutificação e do amadurecimento do fruto. Os baixos teores de açúcares redutores observados nas maiores doses (figura 4 B), segundo Chitarra & Chitarra (2005), estão relacionados ao fato que quando o fruto amadurece os teores de glicose e frutose, principais representantes deste grupo de açúcares, decrescem em consequência do consumo pela

respiração. Ferrer (1987) relata que frutos com maiores concentrações de açúcares redutores verificados nas menores doses (Figura 4) são preferidos, tanto para o consumo como fruta fresca quanto para a indústria, por conferirem sabor mais adocicado.

Avaliando a atividade da redutase do nitrato nas formas de aplicação, e nas doses aplicação via sistema de irrigação não foi verificado efeito significativo. Esse resultados discorda do encontrado por Mendonça et al. (2001), mesmo sem avaliar a atividade da enzima do nitrato, verificou uma interação das doses de PBZ com a aplicação do nitrato de cálcio, essa associação entre a enzima e a dose aplicada de PBZ não foi observada neste trabalho. Comparando os resultados obtidos entre sistema radicular e o tecido foliar (Tabela 3), pode-se observar que atividade da enzima redutase do nitrato foi maior no sistema radicular.

Tabela 3. Atividade da redutase do nitrato nos tecidos foliar e radicular ($\text{NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \text{MF} \cdot \text{h}^{-1}$), da mangueira cultivar Palmer em função da aplicação de diferentes doses de paclobutrazol via sistema de irrigação, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE -2016.

Atividade da redutase do nitrato ($\text{NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \text{MF} \cdot \text{h}^{-1}$)	
Folha	0,13 b
Raiz	0,28 a

Colunas de mesma letra não diferem entre as coletas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse resultado contradiz os encontrado por; Oliveira et al. (2011), em plantas de *Campomanesia* sp., Gonçalves (2007), em plantas de café, e Mesquita (2015), em plantas de umbuzeiro, onde observou que atividade da enzima redutase do nitrato foi muito maior nas folhas do que nas raízes. Segundo Carelli & Fahl (1991), as raízes são consideradas como sítios de consumo de assimilados bem menos eficientes do que a parte aérea para assimilar nitrato.

É importante ressaltar que a forma de aplicação do nitrato foi via solo, e assim, disponibilizado para ser absorvido e assimilado pelo sistema radicular. Sabe-se que o nitrato pode ser assimilado no sistema radicular e produzir os aminoácidos ou então e somente a forma NO_3 pode ser translocado via xilema e ser reduzido no tecido foliar. Segundo Taiz & Zeiger (2013), transporte de nitrato pelo floema ainda é controverso, e assim, a inexistência da enzima ativa nas folhas pode ser decorrente da insensibilidade dos métodos de avaliação adotados.

CONCLUSÃO

Aplicação do PBZ via sistema de irrigação mostrou-se mais eficiente em comparação com a aplicação convencional, permitindo uma maior assimilação do produto pela planta. Dentro das dosagens aplicadas via sistema de irrigação as características fisiologia e bioquímica, obtiveram os maiores valores na menor dose 0,7 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, demonstrando a eficiência da aplicação, e a possibilidade de redução da dose aplicação via sistema de irrigação.

As formas de aplicação e dose aplicada via sistema de irrigação não influenciaram na atividade da redutase do nitrato, sendo a atividade da redutase mais eficaz no sistema radícula da mangueira cultivar Palmer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MOUCO, M. A. do C. Manga: indução floral. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2002. 34 p. il.
- ALMEIDA, E. I. B.; CELIN, E. F.; FREIRE, A. G.; LACERDA, C. F. DE; 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, julho-setembro, 2015.
- BARRET, J. E.; BARTUSKA, C. A. Effects on stem elongation dependent on site of application. HortScience, v.17, p.737-738, 1982.
- BOLDING, H. et al. Seasonal concentration of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue. Annals of Botany, London, v.85, p.469-476, 2003.
- BRADFORD, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, New York, v.72, n.1-2, p.248-258, 1976.
- CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.: Distribuição da assimilação do nitrato e da matéria seca em plantas jovens de café cultivadas em diferentes níveis de nitrogênio. Bragantia, Campinas, v.50, p.29-37, 1991.
- CASTRO NETO, M, T.; Aspecto fisiológicos da mangueira sob condições irrigadas. In: Liv. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Semiárido (Petrolina, PE).

Informações técnicas sobre a cultura no semiárido brasileiro, Petrolina, PE. 1995, P. 83-99.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DA CRUZ, M. do C. M. et al. Teores de carboidratos em limeiras ácidas 'tahiti' tratadas com paclobutrazol. Rev. Bras. Frutic., v. 29, n. 2, 2007.

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

DAVIES, P. J. Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action. 3. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERRER, R. E. N. Avaliação das características da polpa de manga (*Mangifera indica*L.) para elaboração e armazenamento do néctar. 1987. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

GONÇALVES, G.C. Cultivo em campo de *coffea arabica* L.cv. Obatã a pleno sol x sombreamento parcia; avaliações bioquímicas, fisiológicas e nutricionais. 2014. Tese Doutorado. ESALQ/USP. Piracicaba-SP.

HABERMANN, G.; MACHADO, E. C.; RODRIGUES, J. D.; MEDINA, C. L. CO₂ assimilation, photosynthetic light response curves, and water relations of 'Pêra' sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 15, n. 2, p. 79-87, 2003.

HUNTER, D. M.; PROCTOR, J. T.: Paclobutrazol reduces photosynthetic carbon dioxide up take in grapevines. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 119, p. 486-491, 1994

LIMA FILHO, J. M. P.; MOUCO, M. A. do C.; Consequências da aplicação do paclobutrazol sobre as trocas gasosas da mangueira. In: Congresso brasileiro e fruticultura, 18. 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBF: Governo do Estado: Epagri, 2004. 1 CD-ROM.

MENDONÇA, V.; NETO, S. E. DE A.; HAFLE, O. M.; J MENEZES, J. B.; RAMOS, J. D. Florescimento e frutificação de mangueira com uso de paclobutrazol, ethephon e nitrato de cálcio. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 265-269, agosto 2001

MESQUITA, A. C.; SOUZA, V.; FERREIRA, K. M.; MORAES, J. P. S.; SOUZA, M. A. Efeito da aplicação de fontes de nitrogênio em plantas de umbuzeiro propagadas via sexuada e assexuada. Revista SODEBRAS, v. 10, p. 9-13-9, 2015.

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

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.

OKUDA, H.; KIHARA, T.; IWAGAKI, I. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate contents in roots and leaves of Satsuma mandarine. Journal of Horticultural Science, Ashford, v. 71, p. 785-789, 1996

OLIVEIRA, L. J. DE; MARIANO-DA-SILVA, S.; NETTO, A. P. C.; SILVA, S. M.; MARIANO-DA-SILVA, F. M. DE S.: Características agronômicas e atividade da redutase do nitrato em plantas de Campomanesia sp. sob estresse hídrico. Revista Agrarian, ISSN: 1984-2538. Dourados, v.4, n.11, p.43-53, 2011.

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.

SALAZAR-GARCIA, S.; VAZQUEZ-VALDIVIA, V. Physiological persistence of paclobutrazol on the 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica L.*) under rainfed conditions. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.72, n.2, p.339-345, 1997.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. *Fisiologia vegetal*. México: Iberoamérica, 1994. 759 p.

SINGH, D. K. *Triazole compounds in horticulture*. New Delhi: Agrotech Publishing Academy, 2001. 120 p. il.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820p

TONGUMPAL, P. Flower induction on mangoes. Kamphaengsem, s.d.. 1999. não paginado.

TRIBUZY, E. S. Variações da temperatura foliar e do dossel e o seu efeito na taxa assimilatória de CO₂ na Amazônia Central. 2005. 84 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

VU, J. C. V.; YELEONOSKY, G. Growth and photosynthesis of sweet orange plants treated with paclobutrazol. *Journal of Plant Growth Regulators*, New York, v. 11, 85-89, 1992.

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

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

ARTIGO II

**CULTIVO DA MANGUEIRA CV. PALMER NO MANEJO DA PRODUÇÃO E
QUALIDADE DE FRUTOS**

RESUMO

A aplicação de forma eficiente do paclobutrazol via sistema de irrigação, para indução floral da mangueira, pode promover uma redução nos custos com mão de obra, com o volume aplicado do produto e um menor risco ambiental. O objetivo deste trabalho foi ajustar a dose do paclobutrazol a ser aplicada via sistema de irrigação para manejo da indução floral da mangueiras, cultivar Palmer, na região do Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido na fazenda Special Fruit, zona rural de Petrolina - PE, no período de agosto de 2014 a maio de 2015, num pomar comercial de mangueira da cv. Palmer, irrigado por gotejamento. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação (T1 - 0,7; T2 - 1,0; T3 - 1,3; T4 - 1,6; T5 - 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), e uma dose aplicada de forma convencional (T0 - 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, aplicado manualmente a lanço), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram comprimento da panícula, número de panículas, número de frutos por planta, produtividade e as características qualitativas do fruto. O paclobutrazol via sistema de irrigação demonstrou-se mais eficiente que a forma convencional, para as características número de frutos e produtividade. O paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação na dose de 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa proporcionou uma maior produtividade e número de frutos por plantas. A maior acidez titulável e firmeza da polpa foram obtidas com as dose 1,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa aplicada via sistema de irrigação.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., quimigação, produtividade.

ABSTRACT

Correct dosage of application of paclobutrazol by irrigation system for floral induction hose can promote a reduction in the cost of labor, applied volume of the product and less environmental risk. The objective of this work was to adjust the dose of paclobutrazol to be applied through irrigation system for efficient management of floral induction hoses cultivate Palmer in the Lower Basin region Dovale of San Francisco. The experiment was conducted at Special Fruit farm, rural Petrolina - PE, from August 2014 to May 2015, a commercial orchard cv hose. Palmer drip irrigation. The experimental design was a randomized block, with five doses of paclobutrazol applied by irrigation system (T1 - 0.7; T2 - 1.0; T3 - 1.3; T4 - 1.6; T5 - 1.9 g.i.a.m⁻¹

linear cup), and a dose applied in a conventional manner (T0 - 1.9 g.i.a.m⁻¹ linear cup, manually broadcasted) with four replications. The variables analyzed were yield, number of fruits per plant, panicle length, number of panicles, fruit diameter, titratable acidity, firmness, soluble solids and pH. Paclobutrazol through irrigation system has proven to be more efficient than conventional medium for productivity traits and fruit number. The paclobutrazol applied by irrigation system at a dose of 1.3 g.i.a.m⁻¹ linear canopy promoted increased productivity and number of fruits per plant. The higher titratable acidity and firmness were obtained with the dose 1.0 g.i.a.m⁻¹ linear canopy applied through irrigation system.

Keywords: *Mangifera indica* L., chemigation, productivity

INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera bastante cultivada no Brasil, principalmente na região Nordeste e Sudeste. Sendo que na produção brasileira de manga em 2012 o Nordeste foi responsável por 66,5%. Sendo a participação do município de Petrolina em Pernambuco de 22,21% e de Juazeiro na Bahia o correspondente a 26,23% (IBGE, 2013) da produção do Nordeste. No Vale do São Francisco, o cultivo da manga é uma das principais opções para as áreas irrigadas e o polo é um dos maiores produtores e exportadores da fruta, concorrendo com seus produtos no mercado internacional.

A manipulação da época de produção da mangueira por meio de reguladores vegetais tem possibilitado aos produtores de manga dessa região o escalonamento da produção em função da demanda do mercado, o que tem proporcionado vantagens para o agronegócio desta fruta (CARDOSO et al. 2007).

O paclobutrazol (PBZ) é um regulador vegetal que tem sido usado como um mecanismo para propiciar a floração por meio da promoção da paralisação do crescimento vegetativo, reduzindo o alongamento da brotação, sendo sua ação é em função da inibição da biossíntese das giberelinas (GENÚ & PINTO, 2002). Fonseca (2003) retrata a ordem dos efeitos na planta: o primeiro efeito é a paralisação do crescimento da planta, que afeta os ramos novos, reduzindo a extensão dos ramos; e o segundo efeito é a antecipação do florescimento.

Respostas diferentes à aplicação do PBZ podem variar em função das cultivares de mangueira, o porte e as condições climáticas, principalmente temperatura (ICI, 1993). Dentro da mesma cultivar, a sensibilidade ao PBZ vai depender da idade e nutrição das plantas (Albuquerque et al, 2002). A dose e a forma de aplicação também influenciam a resposta das plantas ao PBZ (MOUCO et al., 2010).

A aplicação convencional do PBZ no cultivo da mangueira é realizada diluindo-se o produto comercial em dois litros de água, que é despejado no solo, junto ao colo ou na projeção da copa, em cada uma das plantas do pomar, de forma que a solução é distribuída uniformemente, para evitar respostas diferenciadas na copa (brotação irregular), este processo gera um custo extra e significativo pela aplicação individual. No entanto, já existem iniciativas de produtores de manga na região para a aplicação do paclobutrazol, via sistema de irrigação, porém, sem testes experimentais para validação na região do Submédio do São Francisco.

Segundo Million et al. (1999), a aplicação dos reguladores vegetais pode ser realizado por meio do sistema de irrigação, podendo ser um método de economia de trabalho e de aplicação na produção comercial. Costa et al. (1989), afirma que a disseminação e a adoção da tecnologia global da quimigação está concentrado nas inúmeras vantagens comparativas que o método oferece, entre elas o de ser mais econômico aplicar químicos por meio da água de irrigação do que utilizar qualquer outro método de aplicação convencional.

O objetivo deste trabalho foi ajustar a dose do PBZ a ser aplicada via sistema de irrigação para manejo da indução floral da produção e qualidade de frutos na mangueira cultivar Palmer na região do Submédio do Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de Agosto de 2014 a maio de 2015, em um pomar de mangueiras da variedade Palmer, na Fazenda Special Fruit, no Município de Petrolina-PE, localizada a 9°8'8,9''S de latitude, 40°18'33,6''O longitude, 373 m altitude. O clima da região é classificado como semiárido, do tipo BSw^h segundo a classificação climática de Köppen. 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 é de 26,5 °C.

Os dados climáticos durante o período de condução do trabalho estão na Figura 1, coletados de uma estação meteorológica instalada próxima ao local de instalação do experimento.

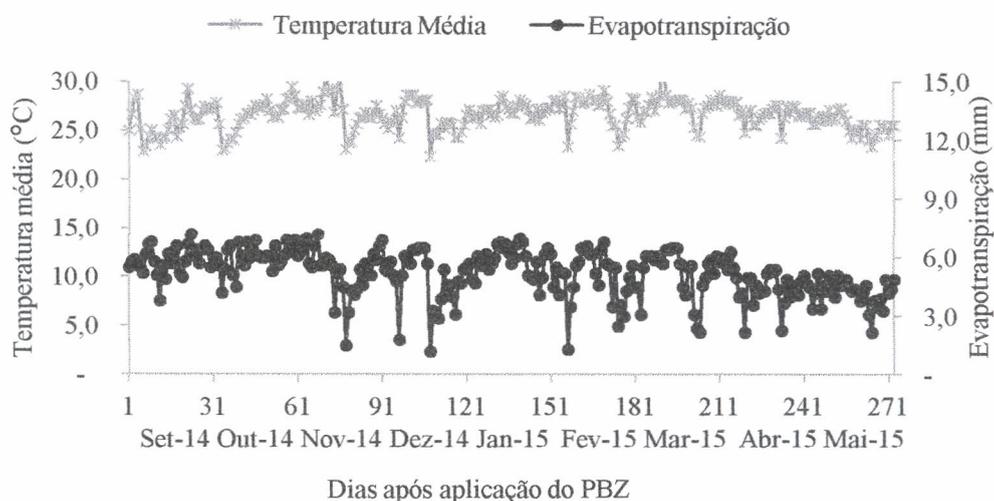


Figura 1. Temperatura Média e evapotranspiração, registrados no período de agosto de 2014 a Maio 2015, na Fazenda Special Fruit. Petrolina/ PE. (DAT= dias após aplicação dos tratamento)

Foram usadas plantas de mangueira da cv. Palmer, com seis anos de idade, em um espaçamento de 3 x 6 m (556 plantas por hectare), com um diâmetro médio da copa de 3 m. A irrigação da área foi de duas linhas de gotejo por fileira de planta, em um espaçamento de 0,50 m entre gotejadores. Os tratos culturais, como capina, adubação e pulverizações com defensivos, foram os normalmente utilizados na propriedade e preconizadas por Albuquerque et al., (1999). A fonte de PBZ utilizada para auxiliar a indução floral foi o Cultar, produto comercial da Syngenta, com 25% de ingrediente ativo (i.a.).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de PBZ aplicado via sistema de irrigação (T1 - 0,7; T2 - 1,0; T3 - 1,3; T4 - 1,6; T5 - 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), e um tratamento adicional, com a aplicação de uma dose na forma convencional (T0 - 1,9 g.i.a.m⁻¹ linear de copa), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro plantas sendo consideradas as duas plantas centrais como úteis.

Foram realizadas podas em toda área do pomar, a aplicação do PBZ foi dia 30/10/14 logo após foram feitas irrigações das plantas, para que a água leva o produto

até as raízes, para ser absorvido pelas plantas. Decorridos 65 e 70 dias após a aplicação do PBZ, no período que as plantas apresentaram ramos maduro, foram realizadas pulverizações foliares do Nitrato de Cálcio, e redução da lâmina de água.

Foram avaliadas as variáveis número de frutos por planta, teor de clorofila e a produtividade total. As avaliações de comprimento da panícula, número de panícula e as análises de pós-colheita foram mensurados e colhidos nos lados leste e oeste da planta. Para estas características utilizou-se o delineamento experimental de parcelas subdivididas, sendo as parcelas as doses de PBZ e as subparcelas os lados da copa em que os frutos foram colhidos.

As análises de pós-colheita foram realizadas no laboratório de fisiologia da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, onde foi realizado o diâmetro do fruto com o paquímetro digital e a firmeza da polpa (N) com o penetrômetro. Os frutos foram triturados para determinar os Sólidos Solúveis, por refratometria, utilizando-se de um refratômetro manual, a Acidez Total Titulável determinada titulando-se 1 g de suco diluído em (50) mL de água destilada, com NaOH a 0,1 metodologia descrita em Adolfo Lutz (1985) e o pH, determinado no extrato aquoso com auxílio de um potenciômetro de mesa.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias submetidas ao teste de Tukey (5%) para comparar as duas formas de aplicação do PBZ e regressão para as doses aplicadas via sistema de irrigação quando significativos (5%). As análises foram feitas com o auxílio do programa SISVAR® 3.01 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos valores obtidos para as características biométricas, levando-se em consideração o lado da planta, pode observar que o número de panícula (Tabela 1) apresentou uma interação significativa das formas de aplicação com o lado oeste e leste da planta, sendo este comportamento não verificado para o comprimento da panícula, o qual foi significativo apenas para as formas de aplicação. Os maiores números de panículas foram obtidos na aplicação via sistema de irrigação no lado oeste e leste, promovendo um acréscimo de 14,13 e 30,25 panícula por planta, respectivamente. Pode-se verificar que a aplicação via sistema de irrigação foi mais eficiente em promover a floração, promovendo um acréscimo de 56 % no número de panícula em

comparação com o método convencional. O comprimento de panícula apresentou comportamento diferente do número da panícula entre as formas de aplicação do PBZ, em que, quando aplicada de forma convencional o comprimento da panícula aumentou em 6 cm.

Tabela 1. Número e comprimento da panícula de mangueira cultivar Palmer em função de duas formas de aplicação do paclobutrazol, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

	Nº de Panícula/planta		Compr. Panícula (cm)
	Oeste	Leste	
Convencional	51,75 Ba	26,88 Bb	22,16 A
Via sistema de irrigação	65,88 Aa	57,13 Aa	15,75 B
cv%	13,46		12,06

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05\%$).

Em um trabalho avaliando a forma de aplicação do regulador vegetal, Burondkar & Gunjate (1993) observaram incrementos no número de panículas (40 a 80%), e também na produção de frutos, em mangueiras cv. Alphonso, quando utilizaram PBZ, via foliar. Já Reis et al. (2000), não observaram diferenças entre formas de aplicação do PBZ no solo e via foliar na cv. Tommy Atkins. Segundo Singh (2001) trabalhando com a aplicação do PBZ em macieiras encontrou somente a metade do paclobutrazol em tecidos do xilema e floema, e apenas 23% nos ramos onde a inibição do crescimento foi mais evidente. O PBZ aplicado via pulverizações foliares, segundo o autor, não foi transportado para as raízes, já o aplicado nas raízes, foi transportado através do xilema e acumulado nas folhas. Os triazóis são mais eficientes quando aplicados no solo ou diretamente no caule do que nas aplicações foliares, e a absorção do PBZ se dá principalmente quando é colocado em contato com o sistema radicular da planta, inibindo assim a biossíntese das giberelinas, atuando como um inibidor de desenvolvimento de espécies vegetais (Davies et al., 1988).

O maior comprimento da panícula da forma de aplicação convencional em comparação a aplicação via sistema de irrigação (Tabela 1), pode ser justificado pela diminuição do comprimento da panícula à medida que a dose aplicada do produto foi aumentada, como pode ser observar na Figura 2A, em que as doses crescentes de PBZ influenciaram na redução linear negativa tanto no do número quanto no comprimento da panícula (Figura 2A e 2B). O maior comprimento e número de panículas foram

observados para dose $0,7 \text{ g.i.a.m}^{-1}$ linear de copa, sendo 38,94 cm e 79,25 respectivamente. A dose de $1,9 \text{ g.i.a.m}^{-1}$ linear de copa reduziu em 23,19 cm o comprimento da panícula e de 20,31 no número de panículas.

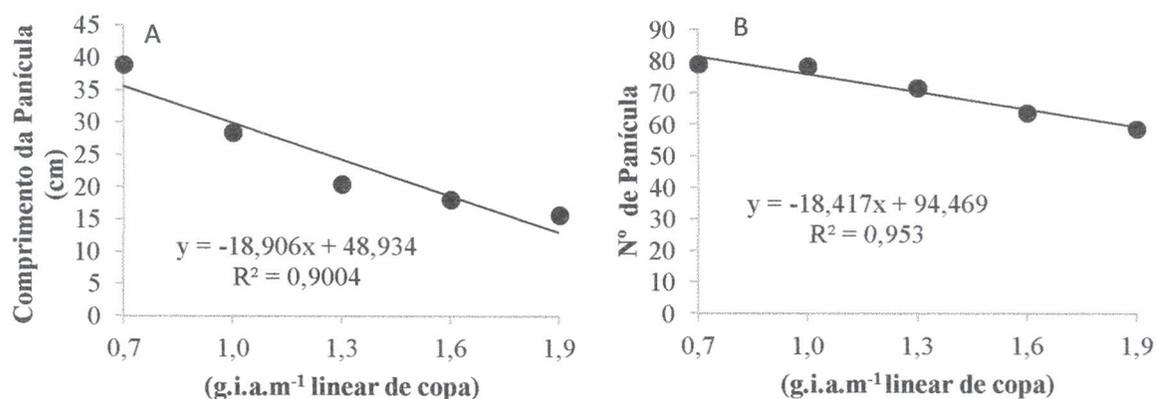


Figura 2. Comprimento (A) e número (B) de panículas por planta de mangueira cultivar Palmer em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

A redução no comprimento da panícula, em decorrência do aumento das dosagens do PBZ (Figura 2A), e da aplicação via sistema de irrigação (Tabela 1) pode estar relacionado ao fato que o PBZ reduz a biossíntese de giberelinas pela inibição da oxidação de Kaurene para ácido caurenico, reduzindo o nível de divisão celular (CHANEY, 2004). Segundo Fonseca (2002) o uso do PBZ também paralisa o crescimento vegetativo da planta, estimulando a floração e a frutificação. De acordo com Mouco & Albuquerque (2005), altas doses de PBZ utilizadas na cultura da mangueira, principalmente no manejo visando à produção no primeiro semestre do ano, tendem a compactar as panículas. O PBZ como um regulador vegetal que inibe a síntese de GA, tende a reduzir comprimento de ramos e de panícula, o que busca, no entanto, e regular o crescimento dos ramos e gemas diferenciadas (vegetativas / florais), a compactação das panículas não é o efeito que busca.

Aplicação do PBZ via sistema de irrigação mostrou-se mais eficiente que a aplicação convencional (Tabela 2). Aplicação via sistema de irrigação promoveu um acréscimo de 42 frutos/plantas e de $6,13 \text{ t/ha}^{-1}$ na produtividade. A produtividade encontrada na forma de aplicação via sistema de irrigação foi, maior do que a produtividade média nacional de manga de $16,36 \text{ t/ha}^{-1}$ (FAOSTAT, 2013).

Tabela 2. Teor clorofila, número de frutos e produtividade da mangueira cultivar Palmer em função de duas formas de aplicação do paclobutrazol, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

	Teor de Clorofila	Nº de frutos /planta	Produtividade (t/ha)
Convencional	16,59 b	168,75 b	20,63 b
Via sistema de irrigação	24,08 a	210,75 a	26,76 a
cv%	15,75	2,87	7,43

Medias seguida por letras iguais não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Como demonstrado nas Tabelas 1 e 2, tanto como o número de frutos por planta, a produtividade e numero de panícula foram influenciados positivamente com aplicação do PBZ via sistema de irrigação, em comparação com o método convencional. Esses resultados podem estar diretamente ligados ao fato que a aplicação via sistema de irrigação permite um maior contato do PBZ com o sistema radicular da mangueira, devido uma alta quantidade de raízes na faixa de molhamento, o que pode permitir uma maior absorção. Coelho et al. (2001), avaliando a distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada, em solo arenoso de tabuleiros costeiros, encontrou uma maior percentagem de raízes muito finas e finas nos perfis de solo sob gotejamento, indicando a possibilidade de maior atividade do sistema radicular por esse sistema de irrigação. O mesmo autor afirma que esses resultados de distribuição de raízes reforçam a recomendação de aplicação via sistema de irrigação como alternativa mais adequada de aplicação de fertilizantes, herbicidas e até reguladores de crescimento ao solo. Esses resultados culminaram com os ganhos obtidos pela planta e o aumento demonstrado na Tabela 1, quanto ao aumento no número de panículas.

Modesto (2013), encontrou média de 236 frutos por planta para a cultivar Palmer, resultado próximo ao encontrado na aplicação via sistema de irrigação. Todavia, as plantas avaliadas em questão eram dois anos mais velhas, o que consequentemente, reflete em maior volume de copa.

Pode-se verificar que as doses do PBZ não provocaram alteração no teor de clorofila, porém, quando a comparação do sistema de irrigação com o método

convencional (tabela 2), esse, mostrou-se mais eficiente e proporcionando um aumento no teor de clorofila. Os valores médios do teor de clorofila nas doses foram de 20,23. Esses resultados discordam dos encontrados por Souza et al. (2010), em folhas de limoeiro ‘Volkameriano’ e de Siqueira et al. (2008), em bananeiras, que verificaram o aumento linear da coloração verde, em resposta ao aumento das doses de PBZ. O fato da diferença para as doses não ter sido observada no presente experimento, pode estar relacionado com a fase de em que foi feita a avaliação dos teores de clorofila (floração), no qual o tempo pode não ter sido suficiente para promover o efeito, já que a mangueira é uma planta lenhosa.

Quando avaliado a influência das doses na produtividade total e número médio de frutos, observou-se que houve um aumento com o acréscimo das doses de PBZ até as doses máximas de 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, com uma produtividade de 31,91 t/ha⁻¹ e de 132 frutos/planta respectivamente (Figura 3A e 3B). A equação quadrática mostrou que houve um decréscimo na produtividade total e o número médio de frutos/planta partir da dosagem 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa.

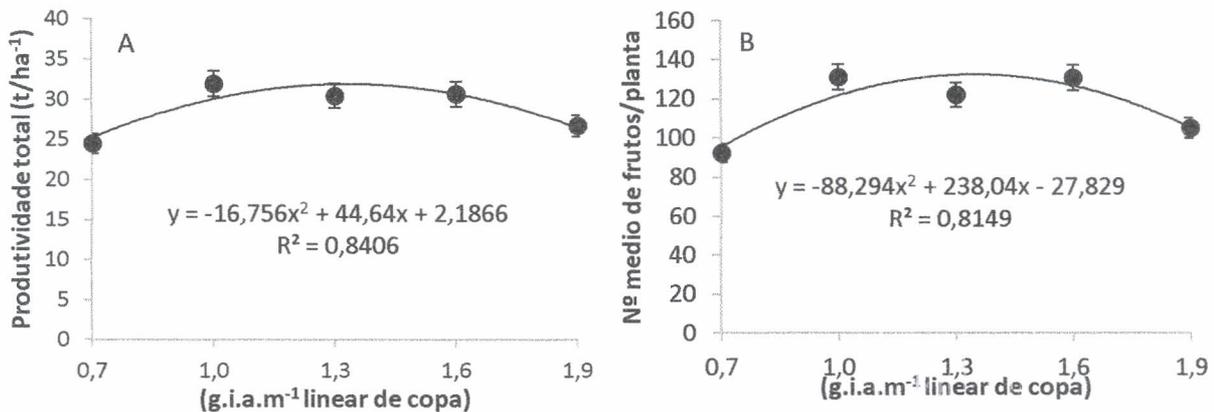


Figura 3. Produtividade total (A) e número médio de frutos (B) de mangueira cultivar Palmer em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

Chatzivagiannis et al. (2014), trabalhando com diferentes cultivares e com aplicação convencional, observaram um acréscimo significativo no número de frutos até a dose 0,8 g i.a m⁻¹ linear de copa e após esse limite houve um decréscimo na produção. O mesmo comportamento foi observado por Cardoso et al. (2007), que avaliando o florescimento e frutificação da cultivar Rosa em diferentes doses de PBZ e aplicado convencional, observou que o número de frutos por planta elevou-se à medida que

aumentou a dose do PBZ, até a concentração de 0,80 g p.a./m de copa e uma tendência à redução do número de frutos por planta à medida que se aumentou a concentração do PBZ. Albuquerque & Mouco (2000), nas condições do Vale do São Francisco, sugerem que para a cv. Tommy Atkins as doses de PBZ, aplicadas de forma convencional, variem entre 0,5 e 1,0 g i.a./metro de diâmetro de copa e que essas devem ser adequadas, principalmente, às condições de solo, clima (época de indução), cultivar e também se é o primeiro ano de aplicação do regulador (a partir do segundo ano existe a necessidade de considerar resíduo da aplicação anterior).

As doses recomendadas de PBZ são citadas por Ferrari & Sergent (1996), na faixa de 2,5 a 3,75 g i.a./planta, para mangueiras entre 3 e 4 anos e de 5,0 a 10,0 g i.a para plantas acima de cinco anos. Mendonça et al. (2003), trabalhando com indução floral da mangueira, observou resultados semelhantes quando obteve maior quantidade de frutos com a dose de 1,8g do i.a.

Após a colheita dos frutos, foram realizadas as avaliações de pós-colheita, onde pode-se observar na Tabela 3, que as características não apresentam interação entre as formas de aplicação com os lados da colheita dos frutos, e apenas a firmeza da polpa apresentou efeito significativo para as formas de aplicação. A aplicação convencional aumentou a firmeza da polpa em 1,1 N.

Tabela 3. Sólidos solúveis total - SST, acidez titulável total - ATT, pH, diâmetro do fruto e firmeza da polpa de frutos mangueira cultivar Palmer em função de duas formas de aplicação do paclobutrazol, no Submédio do São Francisco. Petrolina/PE

	SST °Brix	ATT %	pH	Diâmetro cm	Firmeza N
Convencional	6,4 a	0,5 a	3,7 a	82,7 a	5,0 a
Via sistema de irrigação	6,2 a	0,4 a	3,8 a	81,0 a	3,9 b

Medias seguidas por letras iguais não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Branco & Gasparetto (2005), encontraram para a polpa de manga Haden madura, valor médio de sólidos solúveis de 17,0%, de acidez titulável total de 0,33% e do pH de 4,28. Esses resultados foram maiores que os encontrados no presente trabalho, o que pode estar associado a colheita de frutos mais verdes neste experimento. Já Reis et al. (2011), encontraram os valores médios de para o teor dos sólidos solúveis 5,85%, do pH 3,89 e da acidez titulável total de 0,14 %, corroborando com os valores médios encontrados neste trabalho. Hojo et al. (2009), no estado da Bahia, trabalhando com a

mesma cultivar, encontrou 6,2 °Brix para sólidos solúveis, 0,8% de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa para a acidez titulável, pH de 3,3, resultados próximos ao encontrado no presente trabalho.

Avaliando as dosagens, apenas as variáveis acidez titulável e firmeza da polpa apresentaram efeito significativo (Figura 4A e 4B). A acidez titulável e a firmeza da polpa aumentaram com o acréscimo das doses de PBZ até as doses máximas de 1,0 e 1,13 g.i.a.m⁻¹ linear de copa com de 9,84°Brix a e 5,35N respectivamente.

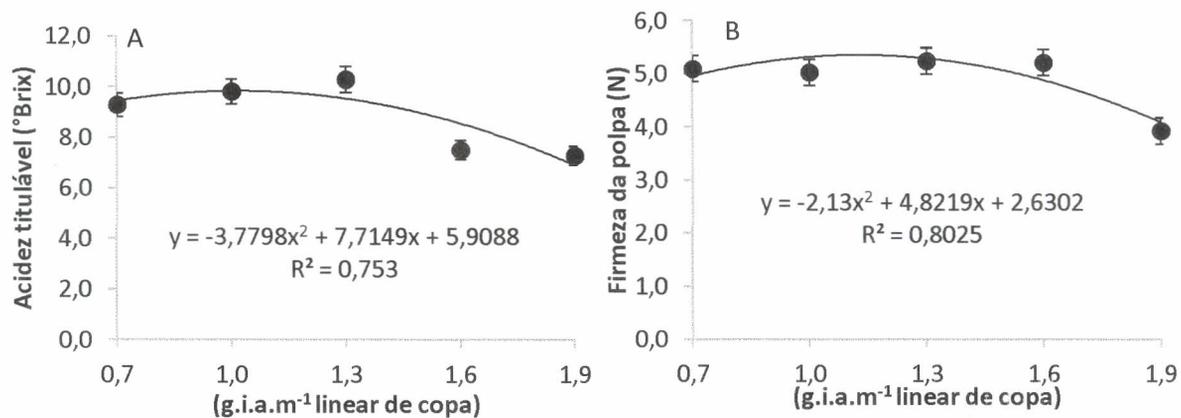


Figura 4. Acidez titulável (A) e Firmeza (B) dos frutos da mangueira cultivar Palmer em função das doses de paclobutrazol aplicadas via sistema de irrigação, na região do Submédio do São Francisco. Petrolina/PE.

A diminuição na acidez titulável e da firmeza, a partir da dose 1,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa pode estar relacionado com o amadurecimento do fruto, sendo que, de acordo com Manica et al. (2001), o processo do amadurecimento reduz a acidez e aumenta a quantidade de açúcares (frutose). Burondkar & Gunjate (1993), ao trabalharem com mangueira cultivar Alphonso, usando diferentes doses de PBZ, não encontraram diferença para a acidez titulável, diferenciando-se dos resultados apresentados no presente trabalho. Entretanto, esses mesmos autores quanto à avaliação do teor de sólidos solúveis totais, não encontraram variação significativa entre as doses, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Reis et al. (2011), observou que a dose que proporcionou maior acidez foi a menor dose aplicada (1,0g de PBZ), corroborando com os resultados do presente trabalho.

CONCLUSÕES

Paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação demonstrou-se mais eficiente que a forma convencional para as características número de frutos e produtividade.

O paclobutrazol aplicado via sistema de irrigação na dose de 1,3 g.i.a.m⁻¹ linear de copa promove maior número de frutos por plantas e produtividade.

A maior acidez titulável e firmeza da polpa foram obtidas com as dose 1,0 g.i.a.m⁻¹ linear de copa, aplicada via sistema de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. C. Indução floral. In: GENU, P.J.C.; Pinto, C.A.Q. (Ed.), A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.13, p. 259-276.
- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MOUCO, M.A.C. Manga: indução floral. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 34p. (Circular Técnica, 47)
- BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Comportamento Reológico de Mistura de Polpa de Manga e Sucos de Laranja e Cenoura Utilizando Modelo de Casson. *Brazilian Journal of Food Technology* v.8, n.2, p. 183-189, abr./jun. 2005.
- BURONDKAR, M. M.; GUNJATE, R. T. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in “Alphonson” mango with paclobutrazol. *Acta Horticulture*. Miami-USA, n 341, p.206-2015, 1993.
- 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. *Revista Brasileira de Jaboaticabal*, v.29, n.2, p.209--212, ago.2007.
- CARDOSO, M. G. S. Florescimento e frutificação de mangueira (*Mangifera indica* L.) Cv. Rosa promovidos por diferentes doses de paclobutrazol. *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 2007, vol.29, n.2, pp. 209-

CHANEY, W. R. Paclobutrazol: more than just a growth retardant. In: PRO-HORT CONFERENCE, Peoria, Illinois. 5p. 2004.

CHATZIVAGIANNIS, M. A. et al. Florescimento e produtividade de mangueira 'Boubon', 'Palmer' e 'Rosa' com uso de Paclobutrazol. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, v. 15, n. 1, p. 41-47, 2014.

COELHO, EUGÊNIO FERREIRA et al. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 250-256, ago. 2001.

COSTA, E. F. DA; FRANÇA, G. E; ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.12, n.139,p.1-112, 1986.

FAOSTAT. Produção mundial de manga. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 12 março 2014.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, N. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) "Tommy Atkins". Lavras: UFLA, 2002. 117 p.

FONSECA, N.; CASTRO, M. T. N.; SILVA, C. A. L. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) "Tommy Atkins". 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras

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

HOJO, E. T. D.; ABREU, C. M. P. de; ASMAR, S. A.; HOJO, R. H.; CÔRREA, A. D.; VILAS BOAS, E. V. de B. Avaliação da qualidade de manga 'Palmer' tratada com 1-metilciclopropeno e armazenada sob refrigeração e condição ambiente. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 028-038, Março 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Censo Agropecuário. Banco de dados agregados. 2013.

INTERNATIONAL COMMONWEALTH INSTITUTE/(ICI): Regulador de crescimento: para controlar y obtener un desarrollooptimo de lavegetacion. [Londres]: ICI ZELTIA,. [Não paginado]. 1993.

MANICA, I. Colheita - Embalagem - Armazenamento. In: _____ Manga: Tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco continentes, 2001. p. 435-543.

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

MODESTO, J. H. Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

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.

REIS, S.; R. J. B. 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 (Rbai), 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, Cruz das Almas, v.12, n.1/2, p.11-18, 2000.

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