

PACLOBUTRAZOL E ESTRESSE HÍDRICO NO FLORESCIMENTO E PRODUÇÃO DA MANGUEIRA (*Mangifera indica*) 'TOMMY ATKINS'¹

NELSON FONSECA², MANOEL TEIXEIRA DE CASTRO NETO², CARLOS ALBERTO DA SILVA LEDO²

RESUMO - O uso de reguladores de crescimento e do estresse hídrico são práticas fundamentais para a indução do florescimento e produção da mangueira nas regiões tropicais. Avaliaram-se o florescimento e a produção da mangueira 'Tommy Atkins' na região semi-árida do Nordeste do Brasil, em resposta às aplicações de paclobutrazol (PBZ) no solo (2 mL do i.a./planta), com irrigação da planta, e foliares em diferentes doses (0,5 e 1 mL do i.a. em aplicação única e fracionada em duas vezes), sem irrigação da planta, além da testemunha (uma aplicação foliar de água seguida de estresse hídrico). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas no tempo. As variáveis foram avaliadas em três épocas após a aplicação PBZ (68 a 91; 131 a 179 e 190 a 216 dias após para o florescimento da planta; e 180 a 203; 267 a 287 e 299 a 337 para o número e produção de frutos por planta). Os resultados indicaram que o estresse hídrico imposto às plantas, sem uso do PBZ, foi tão eficiente na indução do florescimento e na produção de frutos da mangueira quanto a aplicação de PBZ via solo, usando irrigação, e via foliar, sem irrigação. A segunda época de avaliação foi superior à primeira e à terceira épocas no florescimento e produção por planta. A aplicação do PBZ no solo antecipou em 23 dias o florescimento da planta na segunda época em relação à aplicação do estresse hídrico. O trabalho sugere que o estresse hídrico tem potencial para a indução do florescimento e pode substituir o estresse causado pela aplicação de PBZ em mangueiras, nas condições semi-áridas tropicais.

Palavras-Chave: *Mangifera indica*, PBZ, inibidor de crescimento.

PACLOBUTRAZOL AND WATER STRESS IN THE FLOWERING AND PRODUCTION OF MANGO (*Mangifera indica*) 'TOMMY ATKINS'

ABSTRACT - The use of growth regulators and water stress are important practices for the induction of flowering and production of mango in tropical areas. Flowering and fruit production of mango trees cv. Tommy Atkins were evaluated in semi-arid area of Northeast Brazil, in response to paclobutrazol applications (PBZ) to the soil (2 mL of a.i./plant), under irrigation, and to the leaves in different doses (0.5 and 1 mL of a.i. in one application and split into two fractions), without irrigation, besides the control (one foliar application of water followed by water stress). The variables were evaluated in three different times after the application of PBZ (68 to 91, 131 to 179 and 190 to 216 days to the percentage of flowering per plant; and 180 to 203, 267 to 287 and 299 to 337 days to the number of fruits and production per plant. Results indicated that the water stress imposed to the plants without PBZ applications was as efficient in flowering induction and fruit production of mango trees as were the applications of PBZ to the soil, using irrigation, and to leaves, without irrigation. The second evaluation time was superior to the first and third times in flowering and production per plant. The PBZ application in soil advanced in 23 days the flowering of plant in the second time in relation to the application of water stress. The work proposes that the water stress has potential to flowering induction and may replace the stress caused by PBZ application in mango trees under tropical semi-arid conditions.

Index terms: *Mangifera indica*, PBZ, growth inhibitor.

INTRODUÇÃO

O uso de reguladores de crescimento adquiriu grande importância, pois, com seu emprego, foi possível modificar diversos processos fisiológicos naturais das plantas. Atualmente, nas regiões de clima tropical, principalmente na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, o uso do paclobutrazol (PBZ) é uma prática comum e propicia a produção de manga o ano inteiro.

O primeiro efeito com o uso do PBZ é a paralisação do crescimento da planta, que afeta os fluxos vegetativos novos, reduzindo a extensão dos ramos. Esse efeito inibidor do PBZ sobre o crescimento varia em função da cultivar (Oosthuis & Jacobs 1996). Outro efeito do uso do PBZ é a antecipação do florescimento que, em alguns casos, quanto maior a dose usada, maior é a precocidade do florescimento comparada com plantas que não receberam o produto (Salazar-Garcia & Vasquez-Valdívia, 1997).

Além da aplicação no solo, o PBZ pode ser pulverizado na copa da planta, onde são encontrados resultados divergentes, com resposta à indução e à uniformidade do florescimento (Tongumpai et al., 1996) e sem efeito nos mesmos (Reis et al., 2000).

O estresse hídrico também pode ser usado para paralisar o crescimento vegetativo da mangueira, proporcionando maior acúmulo do promotor floral, conforme a maturação do ramo (Núnes-Elisea & Davenport, 1991).

Bally et al. (2000) estudaram o estresse hídrico em mangueiras da variedade Kensington Pride com 15 anos de idade, nas seguintes condições: a) irrigação durante o ano; b) sem irrigação desde a maturação

do primeiro fluxo vegetativo até a fase com 90% das gemas anatomicamente florais, e c) sem irrigação desde a maturação do primeiro fluxo vegetativo até a fase com 70% de inflorescências emergidas. Concluíram que, sem a irrigação, houve aumentos de 20,5% no número de panículas terminais e de 17% na produção, em dois dos três anos avaliados. Outros trabalhos também verificaram a importância do estresse hídrico em mangueiras, obtendo aumento da produção anual (Mostert & Hoffman, 1996 e, Lu & Chacko, 1999).

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação foliar e via solo do PBZ sobre o florescimento e a produção da mangueira cv. Tommy Atkins, em comparação com o estresse hídrico, nas condições da região semi-árida do submédio Rio São Francisco.

MATERIALE MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Petrolina-PE, localizada a 9°34' de latitude sul, 40°26' de longitude oeste e altitude de 375 m. O clima da região é do tipo semi-árido e os dados climáticos obtidos durante a condução do experimento encontram-se na Tabela 1.

As plantas foram da cultivar Tommy Atkins, com cinco anos de idade, enxertadas em porta-enxerto da variedade Espadinha, plantadas no espaçamento de 8 m x 6 m (208 plantas/ha). O sistema de irrigação utilizado foi do tipo microaspersão, com um emissor por planta, uma vazão de 90 L/h, turno de rega de dois dias e tempo de irrigação de duas horas.

O experimento foi iniciado em 07-12-00, com a aplicação de PBZ no solo e na folha, sendo que as plantas que tiveram a aplicação foliar,

¹ (Trabalho 186/2004). Recebido: 21/12/2004. Aceito para publicação: 05/04/2005.

² Pesquisadores da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa, s/n C.P. 07, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA. nelson@cnpmf.embrapa.br, castro@cnpmf.embrapa.br, ledo@cnpmf.embrapa.br.

TABELA 1- Dados climáticos correspondentes ao período de condução do experimento, de dezembro de 2000 a novembro de 2001. Petrolina-PE, 2001.

Meses	Precipitação (mm)	Umidade Rel. (%)	Temperatura (° C)	Evaporação (mm)	Insolação (horas)
Dezembro/00	129,7	75	25,5	5,8	7,4
Janeiro/01	4,8	61	26,1	7,3	8,8
Fevereiro	61,5	67	26,1	6,3	6,5
Março	209,1	72	25,7	6,1	6,9
Abril	16,0	68	25,5	6,0	7,8
Mai	0,6	63	26,1	6,2	8,2
Junho	35,6	69	23,8	5,2	6,5
Julho	4,9	67	23,7	5,5	7,3
Agosto	6,9	64	23,6	6,6	7,2
Setembro	2,0	60	25,7	7,8	8,5
Outubro	0,6	56	27,3	8,2	8,8
Novembro	1,0	57	28,1	8,7	9,4

Dados obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

não foram irrigadas desde o início do experimento até 09-05-01 (período de estresse), quando as irrigações foram reiniciadas. O experimento em campo foi concluído em 10-11-01, com a última colheita de frutos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. O ensaio foi constituído por seis tratamentos, em esquema fatorial 2 x 2 + 2, sendo duas doses de PBZ em uma e duas frações de aplicação foliar e dois tratamentos adicionais, que foram uma aplicação de PBZ no solo, com irrigação da planta, e uma aplicação foliar de água, sem irrigação (testemunha). As subparcelas foram representadas pelas épocas de avaliação (68 a 91; 131 a 179 e 190 a 216 dias após o início do experimento para o florescimento da planta; e 180 a 203; 267 a 287 e 299 a 337 dias após para o número e produção de frutos por planta). Foram usadas quatro repetições, e a parcela experimental foi representada por uma planta.

Os tratamentos foram: T1- PBZ no solo em única aplicação de 2 mL i.a./planta (dose usada em função do diâmetro da copa da planta, ou seja, 1,0 mL do ingrediente ativo PBZ por 1,0 m de diâmetro de copa); T2- única aplicação foliar de água + estresse hídrico; T3- PBZ foliar em única aplicação de 0,5 mL i.a./planta + estresse hídrico; T4- PBZ foliar em duas aplicações de 0,25 mL i.a./planta + estresse hídrico; T5- PBZ foliar em única aplicação de 1,0 mL i.a./planta + estresse hídrico, e T6- PBZ foliar em duas aplicações de 0,5 mL i.a./planta + estresse hídrico. O estresse hídrico foi aplicado às plantas dobrando e amarrando a pequena mangueira do microaspersor, o qual impediu o fluxo de água para o emissor.

A primeira aplicação do PBZ ocorreu quando as plantas apresentavam cerca de 70% dos ramos, com 30 dias de idade. A dose de 2 mL de PBZ foi dissolvida num volume de 2 litros de água e aplicada no

solo ao redor do tronco da planta. Após, no mesmo volume de solução, fizeram-se as aplicações foliares do PBZ, usando-se o mesmo pulverizador, com um bico tipo cone cheio. Aos 48 dias após a primeira aplicação de PBZ, fez-se a segunda aplicação foliar do PBZ nos tratamentos que tiveram as doses parceladas. Decorridos 113 dias após a primeira aplicação do PBZ, quando as plantas apresentavam ramos maduros, foram iniciadas as quatro pulverizações foliares semanais de nitrato de cálcio a 2,5%, em todos os tratamentos.

Em cada tratamento, foram determinados as variáveis percentual de florescimento, o número de frutos e a produção por planta. O percentual de florescimento foi obtido mediante observações visuais, atribuindo-se um valor de 0 a 100% para o florescimento nos quatro quadrantes (norte, sul, leste e oeste), e calculando-se a média. Na época da colheita, foram contados os frutos, além da produção em quilogramas por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidenciou efeito significativo somente para a causa de variação época de aplicação, com relação às variáveis percentual de florescimento, número de frutos e produção por planta (Tabela 2).

Percentual de florescimento

No período de avaliação, ocorreram três surtos de florescimento da planta, sendo o de maior intensidade na segunda época (131 a 179 dias após o início), atingindo média geral de 57,92%, enquanto a primeira (68 a 91 dias após) e a terceira (190 a 216 dias após) tiveram,

TABELA 2 - Resumo da análise de variância do percentual de florescimento (%), número de frutos por planta e produção por planta (kg) em mangueira da variedade Tommy Atkins, em função da aplicação de PBZ e estresse hídrico. Petrolina-PE. 2001.

Fator de variação	GL	QM		
		Florescimento	Nº Frutos	Produção
Dose	1	8,3333	6,7500	20,0854
Tipo	1	0,0000	52,0833	82,5563
Dose x tipo	1	2,0833	5,3333	2,4075
Adicional	1	386,8051	2.109,3750	386,8051
Fatorial x adicional	1	6,2500	4,6944	2,2375
Erro a	18	43,2870	717,8379	153,5211
Época	2	21.565,6250 *	119.987,0555 *	29.666,0959 *
Dose x época	2	25,5208	4,9375	20,3532
Tipo x época	2	151,5625	1.310,0208	87,6788
Dose x tipo x época	2	19,2708	80,2708	7,7600
Adicional x época	2	157,5832	664,6250	157,5832
Erro b	36	258,9120	1.901,7129	419,4766
CV (%)		28,20	47,97	44,86
Média		23,33	55,84	27,62

Significativo a 5%, pelo teste F

TABELA 3 - Percentual de florescimento de ramos de mangueiras 'Tommy Atkins' obtido em tratamentos com aplicação de PBZ e estresse hídrico. Petrolina-PE, 2001.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS DE FLORESCIMENTO (dias após início)		
	1ª (68 – 91)	2ª (131 – 179)	3ª (190 – 216)
1) 2 mL solo	21,25 a	(131-172 dias) 53,75 a	7,50 a
2) Água foliar + estresse (test.)	3,75 a	(154-179 dias) 46,25 a	5,00 a
3) 0,5 mL foliar + estresse	5,25 a	(154-179 dias) 65,00 a	5,00 a
4) 0,25+0,25 mL foliar + estresse	0,00 a	(154-179 dias) 62,50 a	10,00 a
5) 1 mL foliar + estresse	2,50 a	(154-179 dias) 63,75 a	3,75 a
6) 0,5+0,5 mL foliar + estresse	0,00 a	(154-179 dias) 56,25 a	12,50 a
MEDIA (%)	4,79 B	57,92 A	7,29 B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

respectivamente, 4,79% e 7,29% (Tabela 3).

As altas taxas de florescimento obtidas na 2ª época podem ser atribuídas aos tratamentos aplicados, que aceleraram a maturação do ramo, e às pulverizações de nitrato de cálcio, que quebraram a dormência das gemas. De acordo com Núñez-Elisea & Davenport (1995), a maturidade do ramo ou a idade da gema é importante para que ocorra tempo suficiente para a diferenciação da gema vegetativa em gema floral.

Com relação aos tratamentos, não houve diferença significativa entre as médias em nenhuma das três épocas de florescimento. Os resultados indicam que o estresse hídrico foi eficiente, determinando percentual de florescimento nas mangueiras estatisticamente similar em relação à aplicação de PBZ no solo e na folha, respectivamente, com e sem irrigação da planta. Nesse sentido, foi observado que o estresse hídrico pode substituir o estresse causado pelo PBZ. Nos trópicos, o estresse hídrico é importante para a indução floral da mangueira, e as plantas podem florescer em resposta à irrigação ou às chuvas, após um período de seis a doze semanas ou mais sem aporte de água (Albuquerque & Mouco, 2000). Assim, um atraso no crescimento pode permitir, por mais tempo, acúmulo do estímulo floral ou diminuição no nível do promotor vegetativo (GA_3) à medida que o ramo amadurece (Núñez-Elisea & Davenport, 1991). Sob condições de estresse hídrico, a desidratação do meristema apical pode torná-lo mais sensível a baixos níveis de estímulo floral.

A primeira época de florescimento do tratamento com PBZ no solo iniciou aos 68 dias após o início do experimento e prosseguiu até o 91º dia, correspondendo a 21,25% do florescimento da planta (Tabela 2). Nesse mesmo tratamento (PBZ no solo), a segunda época de florescimento iniciou aos 131 dias após o início do experimento, prosseguindo até o 172º dia e correspondeu a 53,75%. Nos outros tratamentos que foram submetidos ao déficit hídrico, houve pouco ou nenhum florescimento da planta na primeira época e, na segunda, foi iniciada aos 154 dias após o início do experimento, prosseguindo até o 179º dia (Tabela 2). A terceira época de florescimento iniciou aos 190 dias após o início, indo até o 216º dia para todos os tratamentos.

De acordo com os resultados apresentados na segunda época, a aplicação do PBZ no solo antecipou o florescimento da planta por 23 dias, em relação aos tratamentos que foram submetidos ao déficit hídrico.

De acordo com Salazar-Garcia e Vasquez-Valdivia (1997), o PBZ aplicado no solo permitiu uma antecipação do florescimento da planta, e quanto maior a dose usada no solo, maior foi a antecipação, chegando a 16 dias com 2,5g/planta e 40 dias com 40g/planta da variedade Tommy Atkins em relação à testemunha sem aplicação de PBZ. Pode-se afirmar, também, que os tratamentos submetidos ao déficit hídrico, independentemente da aplicação foliar de PBZ, retardaram o florescimento da planta, que ocorreu aos 154 dias após o início do experimento. De acordo com Davenport & Nunes-Elisea (1997), nas regiões tropicais semi-áridas, o estresse hídrico pode retardar a brotação da gema em razão da diminuição do seu intumescimento, contribuindo assim para aumentar o período de maturação fisiológica do ramo e para reduzir o nível de inibidores florais. Em outro estudo, foi relatado que esse manejo atuou para forçar um período de repouso mais longo da planta, o qual tornou mais forte o sinal de indução floral durante o estágio de diferenciação das gemas (Bally et al., 2000). A ocorrência de chuvas nos meses de dezembro (129,7 mm), fevereiro (61,5 mm) e março (209,5 mm) pode também ter contribuído para o atraso da maturação do ramo e subsequente florescimento da planta do tratamento com PBZ foliar sem irrigação. Em abril, os ramos da planta estavam maduros, com gemas diferenciadas, ensejando o desencadeamento do florescimento mediante aplicações do nitrato de cálcio. Quanto à antecipação do florescimento que ocorreu no tratamento com PBZ no solo irrigado, certamente se deveu à absorção mais rápida pelas raízes e a sua translocação para as partes de crescimento e gemas da planta.

Número de frutos e produção por planta

Os três surtos de florescimento resultaram em três épocas de colheita (Tabela 3). O número e o peso de frutos produzidos por planta foi significativamente maior na segunda época (267 a 287 dias após o início do ensaio), na qual se obtiveram 138 frutos/planta e 68,63 kg/planta, em relação à primeira (180 a 203 dias) e à terceira (299 a 337 dias) épocas, que deram, respectivamente, 11 frutos/planta e 5,12 kg/planta, e 19 frutos/planta e 9,38 kg/planta (Tabela 4). O maior surto de florescimento ocorrido na segunda época resultou em maior quantidade de frutos colhidos e produção por planta mais alta na segunda época de colheita.

Não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos estudados nas três épocas de colheita, indicando que o estresse hídrico

TABELA 4 - Número de frutos por planta e produção (kg/planta) da mangueira 'Tommy Atkins' em resposta a tratamentos com PBZ e estresse hídrico, em três períodos de colheita. Petrolina-PE, 2001.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS DE COLHEITA (dias após o início)		
	1ª (180 – 203)	2ª (267 – 287)	3ª (299 – 337)
	Nº - Produção	Nº - Produção	Nº - Produção
1) 2 mL solo	48 a – 21,39 a	120 a – 60,63 a	28 a – 13,40 a
2) Água foliar + estresse	10 a – 5,08 a	119 a – 58,88 a	12 a – 6,25 a
3) 0,5 mL foliar + estresse	3 a – 1,26 a	154 a – 73,00 a	12 a – 6,49 a
4) 0,25 + 0,25 mL foliar + estresse	1 a – 0,38 a	139 a – 76,63 a	24 a – 12,79 a
5) 1 mL foliar + estresse	5 a – 2,84 a	158 a – 70,88 a	9 a – 4,33 a
6) 0,5 + 0,5 mL foliar + estresse	1 a – 0,26 a	134 a – 71,30 a	30 a – 13,00 a
MEDIA	11 B – 5,12 B	138 A – 68,63 A	19 B – 9,38 B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

imposta às plantas foi tão eficiente na indução do florescimento e na produção de frutos quanto a aplicação de PBZ, com ou sem irrigação das plantas. Estes resultados sugerem a possibilidade de se substituírem aplicações do regulador de crescimento PBZ, uma prática cara do ponto de vista econômico, e com reflexos incertos sobre a longevidade e a produtividade de longo prazo das plantas, por uma prática cultural de baixo custo e ambientalmente segura, como é a imposição da deficiência hídrica natural às plantas. Esses resultados confirmam os encontrados por Bally et al. (2000), que observaram que o estresse hídrico aumentou a frutificação pelo aumento do número de panículas terminais da mangueira 'Kensington Pride', e por Mostert e Hoffman (1996), que verificaram a importância do estresse hídrico durante o período de desenvolvimento da gema floral da mangueira, refletindo em aumento de 9% na produção anual e em redução de 20% no uso da água.

CONCLUSÕES

1. A imposição do estresse hídrico às plantas pode substituir a aplicação do paclobutrazol (PBZ), obtendo-se taxas de florescimento e produção de frutos similares da mangueira 'Tommy Atkins', sob as condições da região semi-árida do submédio Rio São Francisco.

2. A segunda época de avaliação foi superior à primeira e à terceira épocas sobre o florescimento e produção da planta.

3. A aplicação do PBZ via solo antecipou em 23 dias o florescimento da planta na segunda época em relação à aplicação do estresse hídrico

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MOUCO, M. A. do C. **Manga: indução floral**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 32 p. (Circular Técnica, 47)
- BALLY, I. S. E.; HARRIS, M.; WHILEY, A. W. Effect of water stress on flowering and yield of 'Kensington Pride' mango (*Mangifera indica* L.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.509, p.277-282, 2000.
- DAVENPORT, T. L.; NÚÑEZ-ELISEA, R. Reproductive physiology. In: LITZ, R. E. (Ed.) **The mango: botany, production and uses**. Wallingford: CAB International, 1997. p.69-146.
- LU, P.; CHACKO, E. K. Effect of water stress on Mango flowering in low latitude Tropics of Northern. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.509, p.283-290, 1999.
- MOSTERT, P. G.; HOFFMAN, J. E. Water requirements and irrigation of mature mango trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 296, p.331-338, 1996.
- NUNEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment, and photoperiod on bud dormancy release and floral initiation in mango. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.62, n.1/2, p.62-63, 1995.
- NUNEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Flowering of 'Keitt' mango response to deblossoming and gibberellic acid. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, n.104, p.41-43, 1991.
- OOSTHUYSE, S. A.; JACOBS, G. Effect of soil applied paclobutrazol on the retention, fruit size, tree yield and tree revenue in 'Sensation' and 'Tommy Atkins' mango. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 296, p.431-440, 1996.
- 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.
- 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.
- TONGUMPAI, P.; CHANTAKULCHAN, K.; SUBHADRABANDHU, S.; OGATA, R. Foliar application of paclobutrazol on flowering of mango. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.296, p.175-179, 1996.