

IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT CONTROLADO E PRODUTIVIDADE DE MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’ SOB GOTEJAMENTO

Carlos Elizio Cotrim¹, Eugênio Ferreira Coelho², João Abel da Silva¹ e Marcelo Rocha dos Santos¹

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes níveis de déficit hídrico controlado no solo em mangueira ‘Tommy Atkins’ irrigada por gotejamento no semiárido e seu efeito na produtividade, eficiência de uso da água e no potencial hídrico do ramo. Os déficits foram aplicados durante as fases de desenvolvimento do fruto. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos e cinco repetições, no ciclo 1, e com 8 tratamentos e 4 repetições no ciclo 2 de avaliação. Os valores de potencial de água no solo, nos tratamentos submetidos à irrigação com déficit controlado (RDI), situaram na faixa de 0 a - 0,010 MPa, mostrando que a umidade do solo variou entre a saturação e a capacidade de campo, enquanto os valores médios de potencial hídrico no ramo (Ψ_{stem}) variaram entre -0,83 e -1,62 MPa, sendo os menores valores nos ramos das plantas não irrigadas e nas plantas com RDI de 30% da ETc nas fases II e III. A produtividade, número de frutos por planta e tamanho do fruto não diferiram entre os tratamentos, o que possibilita redução do uso de água na irrigação da cultura sem perdas significativas de produtividade e qualidade do fruto.

Palavras-Chaves: estratégias de irrigação, manejo de irrigação, eficiência de uso da água.

REGULATED DEFICIT IRRIGATION AND ‘TOMMY ATKINS’ MANGO CROP PRODUCTIVITY UNDER DRIP

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different levels of controlled soil water deficit in 'Tommy Atkins' mango crop irrigated by drip irrigation in the semiarid region and its effect on yield, water use efficiency and water potential in the shoot. Deficits were applied during the development stages of the fruit. The experimental design was completely randomized with 10 treatments and five replications in first cycle and with 8 treatments and 4 replications in second

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi, Distrito de Ceraíma s/n, Caixa Postal 009, CEP – 46.430-000, Guanambi, BA. E-mail: carlos.cotrim@ifbaiano.edu.br, joao.silva@ifbaiano.edu.br, marcelo.rocha@ifbaiano.edu.br;

² Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa s/n, Caixa Postal 007, CEP 44.380-000, Cruz das Almas, BA. E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br.

one. The values of soil water potential in the treatments submitted to regulated deficit irrigation (RDI) were in the range from 0 to - 0.010 MPa, showing that soil moisture varied between saturation and field capacity, while mean values of water potential in the shoot (Ψ_{stem}) ranged from - 0.83 to - 1.62 MPa, lower values in the non-irrigated plants and in plants with RDI of 30% of ETc in phases II and III. The productivity, number of fruits per plant and fruit size did not differ among the treatments, which allows a reduction of water use in the irrigation of the crop without significant losses of productivity and fruit quality.

Keywords: Irrigation strategies, Irrigation management, water use efficiency.

INTRODUÇÃO

A manga é uma das frutas mais exportadas pelo Brasil, em 2016, a exportação totalizou 154,211 mil toneladas e US\$ 179,932 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017). Em 2015, foram cultivados 64.305 hectares no território nacional, com colheita de 976.815 toneladas e produtividade média de 15.190 quilos por hectare. O Nordeste brasileiro figura entre os mais tradicionais no setor, com 45.142 hectares, seguindo pelo Sudeste, que colheu área de 17.896 hectares. Nestas regiões, os estados maiores produtores foram a Bahia, Pernambuco e São Paulo, com 279.680, 239.423 e 184.042 toneladas, respectivamente (IBGE, 2017), sendo as maiores área plantas em região semiárida.

No semiárido, as condições de alta luminosidade, de baixa umidade relativa e de elevada temperatura são favoráveis à fruticultura tropical. No entanto, devido à má distribuição espacial e temporal de chuvas e baixo índices de precipitação, o manejo da irrigação deve ser preciso e utilizar estratégias de irrigação que possibilita obter rendimentos viáveis e melhores qualidades do fruto com menor aporte de água pode fazer a diferença.

Estratégias de manejo de irrigação que priorizam o uso racional da água têm sido adotadas em algumas regiões. Dentre essas, destacam-se as técnicas de irrigação com déficit controlado – RDI (Regulated Deficit Irrigation) e secamento parcial do sistema radicular ou irrigação lateralmente alternada – PRD (Partial Rootzone Drying) (SAMPAIO et al., 2010; SANTOS et al., 2015, 2017; SANTOS; MARTINEZ, 2013).

A RDI é uma técnica que consiste em reduzir a lâmina a ser aplicada em fases que a cultura apresenta menor sensibilidade ao déficit hídrico, assim, esta redução na quantidade de água não causará redução na produtividade e, por outro lado, aumentará a eficiência de uso da água. Por outro lado, a PRD consiste em alternar o lado de aplicação de água com ou sem déficit, com a teoria de que o secamento das raízes possibilita a produção de ácido abscísico e translocado até as folhas regulará a abertura estomática, reduzindo a transpiração.

Pesquisas têm mostrado que a suspensão da irrigação na cultura da mangueira durante a diferenciação do broto floral é interessante, entretanto, deve-se reiniciar logo a seguir, na fase de emergência da panícula. Santos et al. (2015, 2017) ressaltam que a redução em 50% na lâmina aplicada na fase de pegamento dos frutos reduz significativamente a produção, mesmo suprimindo a demanda hídrica da cultura nas fases de expansão até maturação do frutos, e resalta que as fases de expansão e maturação do fruto são mais apropriadas para aplicação da RDI com 50% e 75% da ETc sem prejuízo à produtividade na cultura da mangueira ‘Tommy Atkins’. Estudos realizados por Santos et al. (2016a) com mangueira ‘Tommy Atkins’ mostraram que a irrigação com déficit controlado (RDI) com 75 ou 50% de ETc em qualquer um dos estágios de desenvolvimento da fruta não causou mudanças nas trocas gasosas, manteve a eficiência do uso da água e, quando aplicado no estágio de produção de frutas, reduziu o rendimento em comparação com a irrigação plena.

Diante do exposto, a realização de trabalhos que visam obter maior eficiência de

uso da água para diferentes condições de cultivos, é importante para consolidar a informação e extrapolação a determinado arranjo de produção para que os impactos socioeconômicos e ambiental sejam minimizados, pois, apesar das evidências em diferentes estudos, as respostas das plantas são controversas (LIMA et al., 2015) e apresentam especificidade de local em função das variações nas interações solo-água-genótipo-atmosfera (SANTOS et al., 2016b), assim, objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes níveis de déficit hídrico controlado no solo em mangueira ‘Tommy Atkins’ irrigada por gotejamento no semiárido e seu efeito na produtividade, eficiência de uso da água e no potencial hídrico do ramo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um pomar de manga ‘Tommy Atkins’ com 9 anos de idade, espaçado em 8 x 4 metros no Perímetro Irrigado de Ceraíma, Município de Guanambi, sudoeste da Bahia, com latitude de 14°13’30’’ sul e longitude de 42°46’53’’ oeste. O clima da região é semiárido e a área está localizada a uma altitude de 525 m, com a média anual de precipitação de 680 mm e temperatura média de 26°C. Os principais elementos meteorológicos com ocorrência no período de execução do experimento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Precipitação (P), temperatura média (T), umidade relativa (UR), evapotranspiração do tanque classe A (ET_o), velocidade do vento (V_v) e Déficit de pressão de vapor (Δe) para os dois ciclos de avaliação. Guanambi – BA

Ano/Parâmetro	MESES												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
2006	P (mm)	0,00	97,00	204,60	154,40	41,00	0,00	0,00	0,00	3,00	101,70	177,00	120,00
	T (°C)	26,80	27,80	25,60	25,10	24,90	24,50	23,30	25,20	24,80	25,10	24,00	25,30
	UR (%)	66,80	66,30	71,40	72,60	69,90	70,60	73,30	67,80	67,30	64,00	69,80	64,70
	ET _o (mm)	6,30	6,39	5,00	4,61	5,03	4,71	4,37	5,31	5,27	5,41	4,81	5,47
	V _v (m.s ⁻¹)	3,05	1,73	1,11	1,17	2,06	2,97	3,07	4,01	3,73	3,77	1,60	2,02
2007	P (mm)	40,00	254,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170,00	129,10	
	T (°C)	26,00	23,60	25,80	25,50	25,00	22,70	24,60	24,80	27,30	28,10	25,30	24,60
	UR (%)	61,60	72,30	62,90	64,20	64,30	70,80	69,60	68,10	61,80	61,10	67,80	69,60
	ET _o (mm)	6,31	3,65	5,48	5,86	5,78	5,04	4,95	6,02	6,38	7,04	5,59	4,97
	V _v (m.s ⁻¹)	2,17	1,69	2,54	2,45	1,26	0,42	3,91	3,88	4,20	4,66	3,09	2,35
Δe (KPa)	-	-	-	-	-	-	1,07	1,29	1,41	1,50	-	-	

O solo da área experimental é classificado como sendo Neosolo Flúvico eutrófico com classificação textural franco-arenoso, e argila de alta atividade, com densidade do solo de 1610 e 1560 kg m⁻³, densidade das partículas de 2740 e 2810 kg m⁻³, areia: 0,507 e 0,485 kg kg⁻¹, silte: 0,296 e 0,300 kg kg⁻¹, argila: 0,197 e 0,215 kg kg⁻¹, nas profundidades de 0,00 a 0,20 e de 0,20 a 0,40 m, respectivamente; a retenção de água a – 10 e a – 1500 KPa é de 0,22 e 0,07 m³ m⁻³, respectivamente, na camada de 0,00 a 0,40 m do solo.

O experimento foi realizado durante dois ciclos produtivos da mangueira ‘Tommy

Atkins’. No primeiro ciclo, que transcorreu entre 18/07 a 07/11 de 2006, foram acompanhados para os diferentes manejos da irrigação com déficit controlado, a produtividade da cultura, enquanto no segundo ciclo, ocorrido entre 20/06 e 11/10 de 2007, além da produtividade, foram analisados o teor de água no solo e o potencial hídrico do ramo (Ψ_{stem}).

No ciclo 1 de avaliação, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez tratamentos e cinco repetições em parcelas constituídas por uma planta, com os seguintes tratamentos: T0 - irrigação plena em todas as fases de

desenvolvimento dos frutos (100% ETc); T1 - irrigação plena (100% ETc) nas fases II e III e 40% da ETc na fase I; T2 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e III e 40% da ETc na fase II; T3 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e II e 40% da ETc na fase III; T4 - irrigação plena (100% ETc) nas fases II e III e 60% da ETc na fase I; T5 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e III e 60% da ETc na fase II; T6 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e II e 60% da ETc na fase III; T7 - irrigação plena (100% ETc) nas fases II e III e 80% da ETc na fase I; T8 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e III e 80% da ETc na fase II; T9 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e II e 80% da ETc na fase III.

No ciclo 2 de avaliação, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo oito tratamentos e quatro repetições em parcelas constituídas por uma planta, com os seguintes tratamentos: T1 – sem irrigação; T2 - irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos (100% da ETc); T3 – irrigação plena (100% da ETc) nas fases II e III e 60% da ETc na fase I; T4 - 100% da ETc nas fases I e III e 60% da ETc na fase II; T5 - 100% da ETc nas fases I e II e 60% da ETc na fase III; T6 - 100% da ETc nas fases II e III e 30% da ETc na fase I; T7 - 100% da ETc nas fases I e III e 30% da ETc na fase II; T8 - 100% da ETc nas fases I e II e 30% da ETc na fase III.

Em ambos os ciclos os tratamentos foram aplicados nas fases de desenvolvimento dos frutos da mangueira (Fase I, Fase II e Fase III) após o período de indução floral para um florescimento uniforme de aproximadamente 80% dos ramos. A Fase I, que vai da floração até o pegamento dos frutos, prolongou até os 60 dias após o início de floração (DAF) em 2006 e até os 51 DAF, em 2007; a Fase II, que equivale à expansão do fruto, se prolongou até 92 DAF em 2006 e até 84 DAF em 2007, enquanto a Fase III, que corresponde ao final do crescimento e maturação fisiológica do fruto, permaneceu até os 110 DAF em 2006 e até 115 DAF em 2007, sendo que esta variação de um ciclo para o outro na duração de cada fase depende da disponibilidade energética do local.

O sistema de irrigação utilizado para a reposição de água ao solo foi o gotejamento, com emissores de 4 L h⁻¹, em número de 3 até 10, respectivamente para os tratamentos variando de 30% a 100% da ETc, distribuídos em rabichos, inseridos na linha lateral, afastados cerca de 50 cm em volta do tronco da planta. A lâmina de irrigação no período foi determinada com base na evapotranspiração de referência e nos coeficientes de cultura variando de 0,45 até 0,87 desde a floração até a maturação dos frutos, conforme usado por Cotrim et al. (2011) e Santos et al. (2014). Os dados de evapotranspiração de referência (ET_o), utilizados durante o ciclo 1, foram obtidos, em Tanque Classe A, na estação climatologia da Codevasf, em Ceraíma, e de uma estação meteorológica automática, através do método de Penman-Monteith, durante o ciclo 2. As irrigações foram realizadas nos dias de 3^a, 4^a, 5^a e 6^a feiras em função da disponibilidade de água nos canais do Perímetro Irrigado.

Durante o ciclo 1, a precipitação foi 104 mm, sendo 3 mm em setembro e 101 mm em outubro, atingindo as Fases II e III de crescimento do fruto, enquanto que durante o ciclo 2, não ocorreram precipitações (Tabela 1). Dessa maneira, a demanda hídrica da mangueira foi suprida por meio da irrigação, utilizando-se o sistema de gotejamento.

Para acompanhar o teor de água no solo com o objetivo de constatar condições de déficit hídrico foram instalados tensiômetros a 0,30 m de profundidade e a 0,50 m de distância do tronco de uma planta em cada tratamento. As leituras foram feitas duas vezes por semana, antes e depois do evento de irrigação.

Para avaliar possível déficit hídrico nas plantas, foi monitorado semanalmente o potencial hídrico do ramo (Ψ_{stem}) utilizando-se uma câmara de pressão do tipo descrito por Scholander et al. (1965). As amostras foram retiradas em três ramos de cada tratamento da área irrigada por gotejamento. Os ramos continham entre 5 e 10 folhas, apresentavam sempre entre 4 e 6 mm de diâmetro, com idade intermediária, retirados sempre em posição da copa exposta ao sol, entre 1,5 e 1,8 metros do

IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT CONTROLADO E PRODUTIVIDADE DE MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' SOB GOTEJAMENTO

solo, conforme procedimento realizado por Castro Neto et al. (2004).

Os frutos, depois de colhidos em cada ciclo foram contabilizados, pesados e os dados transformados em produtividades e determinado a eficiência de uso da água em todos os tratamentos considerando a relação entre produtividade total da mangueira e a lâmina bruta de água aplicada através da irrigação (Spreer et al., 2007, 2009; Teixeira et al., 2008).

Os dados obtidos de produtividade, eficiência de uso da água, número de frutos por planta, peso do fruto, potencial hídrico dos ramos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeitos significativos ($P>0,05$) dos tratamentos aplicados sobre as variáveis estudadas no ciclo 1: produtividade, número de frutos por planta, peso médio por fruto e EUA (Tabela 2). As plantas pertencentes ao tratamento sem deficiência hídrica nas fases estudadas (T0) não foram associado às maiores produtividades, o que pode evidenciar um possível excesso de água no manejo da irrigação utilizado. Como não houve diferença estatística entre os tratamentos, como conclusão do experimento no ciclo 1, a opção pelas menores lâminas parece ser a mais viável, pois elas estão associadas aos três maiores valores de EUA. Tais observações evidenciam a possibilidade de redução na lâmina atual de irrigação sem afetar significativamente a produtividade da cultura.

Tabela 2. Produtividade média ($T\ ha^{-1}$), lâmina bruta aplicada (mm), eficácia de uso da água ($kg\ m^{-3}$), número de frutos por planta (ud) e peso médio do fruto (kg) para os tratamentos em mangueiras Tommy Atkins, sob gotejamento, no ano de 2006, em Guanambi, Bahia

Tratamento	Produtividade média ($t\ ha^{-1}$)	Lâmina bruta aplicada (mm)	Eficácia de uso da água ($kg\ m^{-3}$)	Número de frutos por planta (ud)	Peso médio do fruto (kg)
T0 - 100 % ETc	37,71A	503,67	7,49A	206,00A	0,585A
T1 - 40 % FI	32,48A	323,19	10,05A	178,00A	0,581A
T2 - 40 % FII	48,09A	426,87	11,27A	273,00A	0,562A
T3 - 40 % FIII	26,48A	458,74	5,77A	154,00A	0,550A
T4 - 60 % FI	41,16A	383,34	10,74A	226,00A	0,582A
T5 - 60 % FII	45,84A	452,47	10,13A	261,00A	0,560A
T6 - 60 % FIII	30,01A	473,72	6,34A	171,00A	0,560A
T7 - 80 % FI	36,01A	443,51	8,12A	200,00A	0,574A
T8 - 80 % FII	28,89A	478,07	6,04A	172,00A	0,536A
T9 - 80 % FIII	39,19A	488,69	8,02A	215,00A	0,581A

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de potencial de água no solo, determinados no ciclo 2 são apresentados na Figura 1. Observa-se que os valores foram maiores e mais próximos entre os tratamentos na fase I e II refletindo possivelmente a maior disponibilidade hídrica

e menor demanda atmosférica. Da fase II para III os valores reduzem, refletindo o secamento do solo, o aumento da demanda pela atmosfera e o elevado déficit de saturação de vapor (Δe) (Tabela 1).

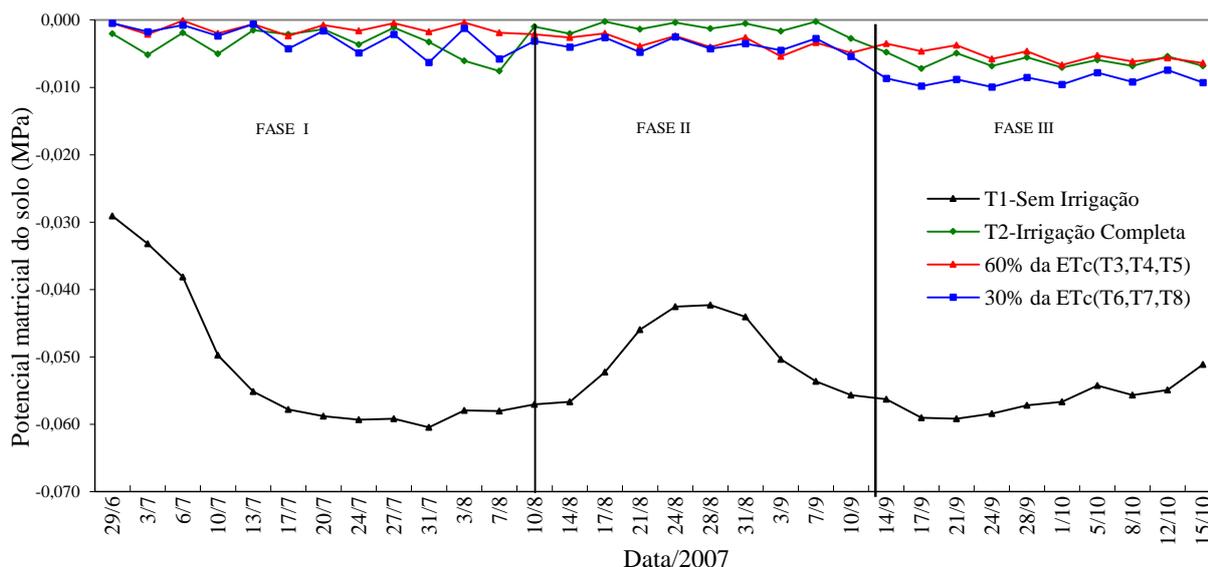


Figura 1. Variação do potencial de água no solo, dos diversos tratamentos, durante as três fases de crescimento do fruto da mangueira Tommy Atkins irrigada por gotejamento no ano de 2007.

Apesar de leituras em dias diferentes, antes e após o período de irrigação, houve pequena variação de potencial de água no solo entre os tratamentos com irrigação total (T2) e os tratamentos com irrigação com déficit regulado (T3, T4 e T5 – RDI com 60% da ETc e T6, T7 e T8 – RDI com 30% da ETc nas Fase I, II e III respectivamente) (Figura 1). Todos os valores de potencial de água no solo relativos a estes tratamentos ficaram dentro da faixa de 0 e -0,010 MPa, o qual, pode se concluir que, a umidade do solo variou entre a saturação e o valor correspondente à capacidade de campo, ou muito próximo dele, conforme Figura 1, mostrando uma situação sem déficit hídrico nos tratamentos com RDI. Apenas os tratamentos sem irrigação (T1) apresentaram

valores de potencial de água no solo mais inferiores, entre -0,029 e -0,063 MPa, traduzindo-se em uma situação com teor de água entre 0,08 e 0,09 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, portanto em condição de moderado déficit hídrico no solo.

As médias dos potenciais hídricos do ramo (Ψ_{stem}) das plantas dos oito tratamentos, durante as fases I, II e III de crescimento do fruto, são apresentadas na Tabela 3. Observa-se que os valores encontrados para todos os tratamentos no presente trabalho variaram entre -0,83 e -1,62 MPa, enquanto que valores encontrados por Castro Neto et al. (2004), variaram entre -0,30 e -1,70 MPa para o potencial de água no solo variando entre -0,20 e -1,60 MPa.

Tabela 3. Valores médios de potencial hídrico do ramo (Ψ_{stem} - MPa) por tratamento e por fase de crescimento do fruto, da mangueira ‘Tommy Atkins’, sob irrigação por gotejamento, em 2007

Tratamento	FASE I	Tratamento	FASE II	Tratamento	FASE III
T1 - Sem irrig.	-1,333 A	T1 - Sem irrig.	-1,442 A	T1 - Sem irrig.	-1,622 A
T3 - 60 % FI	-1,033 A	T7 - 30% FII	-1,308 AB	T8 - 30 % FIII	-1,500 A
T6 - 30 % FI	-1,000 A	T4 - 60 % FII	-1,200 BC	T5 - 60 % FIII	-1,422 AB
T2 -100 % ETc	-0,833 A	T6 - 30 % FI	-1,200 BC	T7 - 30% FII	-1,344 B
T4 - 60 % FII	-0,833 A	T3 - 60 % FI	-1,150 BC	T2 -100 % ETc	-1,322 B
T5 - 60 % FIII	-0,833 A	T8 - 30 % FIII	-1,133 BC	T4 - 60 % FII	-1,311 B
T7 - 30% FII	-0,833 A	T5 - 60 % FIII	-1,108 C	T3 - 60 % FI	-1,300 B
T8 - 30 % FIII	-0,833 A	T2 -100 % ETc	-1,083 C	T6 - 30 % FI	-1,300 B

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Considerando que o potencial de água no solo, a 0,30 m de profundidade, no presente trabalho, variou entre 0 e -0,063 MPa (Figura 1), pode-se dizer que há discordância desses, diante da considerável diferença entre os valores de potencial de água no solo nos dois casos. O que pode ser atribuída ao horário de determinação do potencial hídrico do ramo, que no presente trabalho ocorreu entre 13 e 14 horas, enquanto que no trabalho conduzido por Castro Neto et al. (2004) ocorreu às 8 horas da manhã. No primeiro caso, apesar do elevado potencial de água do solo, os valores reduzidos de potencial hídrico do ramo estão associados ao grau de desidratação máximo atingido pela planta num determinado dia, que é denominado potencial foliar mínimo (Ψ_{min}) e ocorre geralmente um pouco depois do meio-dia solar. Já no segundo caso, apesar da ainda reduzida desidratação foliar às oito horas da manhã, os valores reduzidos de potencial hídrico do ramo estão relacionados diretamente aos também reduzidos valores de potencial matricial do solo.

Ao determinar o potencial de água na folha de mangueiras 'Tommy Atkins' de 4 anos de idade irrigadas por microaspersão e não submetidas a estresse hídrico, Lima Filho (2004), encontrou valores variando dentro de uma maior amplitude (-0,30 a -1,73 MPa) em comparação com o presente trabalho. O horário de determinação, que neste caso variou entre 6 e 14 horas foi possivelmente a causa desta diferença entre os dados. Esses resultados corroboram os do presente estudo, indicando que os valores entre -0,30 e -1,73 MPa são típicos de plantas sem déficit e que o valor mínimo de potencial pode ser indicador de ponto ótimo para estratégia de manejo de irrigação quando houver restrição de água ou custo elevado do bem, otimizando o seu uso com garantias e manutenção de produtividades potenciais.

Observa-se que os valores de potencial hídrico do ramo, obtidos na fase I de crescimento do fruto do presente trabalho (Tabela 4), não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidades. Portanto,

nesta Fase, mesmo o potencial hídrico do ramo determinado entre 13 e 14 horas, quando as folhas normalmente apresentam um grau de desidratação máxima, não foi suficiente para evidenciar diferenças associadas ao déficit hídrico entre os tratamentos.

Apesar dos valores apresentados tanto na fase II como na fase III não caracterizarem condição de déficit hídrico acentuado, ocorreram diferença significativa entre as médias do tratamento T1 (sem irrigação) e dos tratamentos T2, T3, T4, T5, T6 e T8, durante a fase II. Nesta situação apenas o tratamento T7, que na ocasião estava submetido a RDI com redução de 70% da ETc, não diferiu estatisticamente do tratamento sem irrigação (T1).

Durante a fase III de desenvolvimento do fruto os resultados encontrados foram semelhantes aos da fase II, neste caso o tratamento T1, sem irrigação, não diferiu estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, apenas dos tratamentos T8 e T5, submetido a restrição hídrica de 70% e 40% da ETc, respectivamente, durante a irrigação desta fase. Também Torrecillas et al. (1993) constatou diferenças significativas entre o potencial hídrico foliar de antemã dos tratamentos sob RDI e controle, durante a fase III de crescimento do fruto de limão "Fino". Da análise dos resultados de potencial hídrico do ramo encontrados percebe-se que as diferenças no manejo da irrigação com RDI foram constatadas através do acompanhamento deste parâmetro. Outra observação tirada do potencial de água do ramo foi o aumento da condição de déficit hídrico com a fase de crescimento do fruto, fato também observado por Torrecillas et al. (1993).

No ciclo 2, apesar de manutenção da inexistência de efeitos significativos dos tratamentos sobre as variáveis estudadas, o tratamento sem irrigação (T1) foi o que apresentou menor produtividade e o com irrigação completa (T2) o que apresentou maior produtividade, conforme Tabela 4, corroborando as medidas fisiológicas dos resultados fisiológicos de Ψ_{stem} . Esta observação, reforçada pelo fato da diferença

significativa constatada entre o potencial hídrico do ramo dos tratamentos T1, T7 e T8 não induzir uma diferença significativa de produtividade entre estes tratamentos e os

demais, ratificam a possibilidade de redução na lâmina atual de irrigação sem afetar significativamente a produtividade da cultura e a qualidade do fruto.

Tabela 4. Produtividade média (Ton.ha⁻¹), lâmina bruta aplicada (mm), eficácia de uso da água (kg m⁻³), número de frutos por planta (ud) e peso médio do fruto (kg) para os tratamentos em mangueiras Tommy Atkins, sob gotejamento, no ano de 2007, em Guanambi, Bahia

Tratamento	Produtividade média (T ha ⁻¹)	Lâmina bruta aplicada (mm)	Eficácia de uso da água (kg m ⁻³)	Número de frutos por planta (ud)	Peso médio do fruto (kg)
T1 - Sem irrig.	42,37A	0,00	-	323,00A	0,421A
T2 -100 % ETc	55,51A	502,61	11,04A	433,00A	0,410A
T3 - 60 % FI	47,80A	417,29	11,46A	366,00A	0,418A
T4 - 60 % FII	46,46A	450,24	10,32A	373,00A	0,399A
T5 - 60 % FIII	47,76A	439,26	10,87A	382,00A	0,400A
T6 - 30 % FI	48,26A	353,30	13,66A	382,00A	0,404A
T7 - 30% FII	47,26A	410,96	11,50A	364,00A	0,415A
T8 - 30 % FIII	48,39A	391,75	12,35A	381,00A	0,406A

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Mesmo no tratamento sem irrigação, a produtividade encontrada foi elevada, o que foi atribuído à presença de lençol freático elevado no perímetro em consequência do método de irrigação por sulcos, utilizado na grande maioria dos lotes. Para Coelho et al., (2002), o lençol freático, a 1,5 m de profundidade média, não chega a afetar negativamente a produção da cultura com relação à deficiência de drenagem. Entretanto, possivelmente, foi o responsável pela umidade elevada mesmo nas parcelas sem irrigação.

Observa-se ainda que os maiores valores de eficácia de uso da água ocorreram nos tratamentos com RDI, que apresentaram maior economia de água, evidenciando mais uma vez que os déficits não afetaram a produtividade da cultura. Os valores de EUA encontrados no presente trabalho variaram entre 5,77 e 13,66 kg m⁻³ e foram superiores aos encontrados por Spreer et al. (2007) na Tailândia, aplicando RDI com 50 % da ETc em plantas de mangueira 'Chok Anan' de 10 anos de idade, irrigadas por microaspersão, que se situaram entre 4,20 e 8,60 kg m⁻³. Entretanto, em experimento posterior na mesma localidade e nas mesmas condições, nos anos de 2006 e 2007, Spreer et al. (2009) encontraram valores do referido parâmetro variando entre 14,14 e

17,37 kg m⁻³ e portanto superiores aos atuais. Em todas as situações os valores médios de EUA calculados foram superiores àqueles encontrados para o tratamento controle, com irrigação completa.

CONCLUSÕES

É possível a redução dos níveis de irrigação aplicados atualmente sem prejuízos na qualidade dos frutos e de significativas perdas de produtividades do pomar de manga, a partir da aplicação de déficits controlados na irrigação nas fases de crescimento de fruto.

Não ocorreram diferenças significativas entre as produtividades obtidas, mesmo nos tratamentos onde foi constatado o déficit hídrico através do potencial hídrico do ramo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Guanambi, pelo apoio Financeiro na montagem e condução do experimento; à EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, pela cessão de material e equipamentos.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017. Cleonice de Carvalho ... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Produção Agrícola Municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 Jul. 2017.
- CASTRO NETO, M.T.; REINHARDT, D.H.; LEDO, C. A. S. Determination of Water Potential on Mango Trees by Pressure Chamber. **Acta Horticulturae** (ISHS). Recife, no. 645, p. 425-427, 2004.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA F. C.; NASCIMENTO, C. J. A.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAUJO, E. C. A cultura da manga sob diferentes regimes de profundidades do lençol freático em condições subúmidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.096-100, 2002.
- COTRIM, C. E.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; RAMOS, M. M.; CECON, P. R. Regulated deficit irrigation and Tommy Atkins mango orchard productivity under microsprinkling in Brazilian semi arid. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.1052-1063, 2011.
- LIMA, R. S. N.; FIGUEIREDO, F. A. M. M.; MARTINS, A. O.; DEUS, B. C. S.; FERRAZ, T. M.; GOMES, M. M. A.; SOUSA, E. F.; GLENN, D. M.; CAMPOSTRINI, E. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity, and water-use efficiency of papaya. **Scientia Horticulturae**, v. 183, p. 13-22, 2015.
- LIMA FILHO, J. M. P. Methodology for water potential measurement on mango using the pressure chamber. **Acta Horticulturae**. (ISHS). Recife, n. 645, p. 459-461, 2004.
- SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.; MACHADO, V. V.; CARVALHO, G. C.; SANTANA JUNIOR, E. B. Déficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima ácida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1141-1148, 2010.
- SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; COTRIM JUNIOR, P. R. F.; CASTRO, I. N. Irrigation deficit strategies on physiological and productive parameters of 'Tommy Atkins' mango. *Revista Caatinga*, v.29, n.1, p173-182, 2016a.
- SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; ARANTES, A. M.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação lateralmente alternada em lima ácida 'Tahiti' na região norte de Minas Gerais. **Irriga**, v. 1, p. 71-88, 2016b.
- SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F. 'Tommy Atkins' mango yield and photosynthesis under water deficit in semiarid region of Bahia. **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e ambiental**, v.18, n.9, p.899-907, 2014.
- SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A. Soil water distribution and extraction by 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) trees under different irrigation regimes. **Idesia**, v.31, p.7-16, 2013.
- SANTOS, M. R.; NEVES, B. R.; SILVA, B. L.; DONATO, S. L.R.; Yield, Water Use Efficiency and Physiological Characteristics of "Tommy Atkins" Mango Under Partial Rootzone Drying Irrigation System. **Journal of Water Resource and Protection**, v.7, n.13, 1029-1037, 2015.
- SCHOLANDER, P. F.; HAMMER, H. T.; BRADSTREET, E. D.; HANINGSEN, E. A.

Sap pressure in vascular plants. **Science**, Washington, v.148, p.339-346, 1965.

SPREER, W.; NAGLE, M.; NEIDHART, S.; CARLE, R.; ONGPRASERT, S.; MÜLLER, J. Effect of regulated deficit irrigation and partial rootzone drying on the quality of mango fruits (*Mangifera indica* L., cv. "Chok Anan"). **Agricultural Water Management**, v. 88, p.173-180, 2007.

SPREER, W.; ONGPRASERT, S.; HEGELE, M.; WUNSCH, J. N.; MULLER, J. Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica* L. cv. Chok Anan) under different irrigation regimes. **Agricultural Water**

Management, v.96, p.574-584, 2009.

TEIXEIRA, A.H. C.; BASTIAANSSEN, W.G.M.; MOURA, M.S.B.; SOARES, J.M.; AHMAD, M.D.; BOS, M.G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.148, p.1524-1537, 2008.

TORRECILLAS, A.; RUIZ-SÁNCHEZ, M.C.; DOMINGO, R.; HERNÁNDEZ-BARROTO, J. Regulated deficit irrigation on Fino lemon trees. **Acta horticulturae**, n.335, p.205-213, 1993.