

LEANDRO NEVES FARIA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA INDUÇÃO FLORAL E NA FASE PRODUTIVA  
DA MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’ EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da  
Biblioteca Central da UFV**

T

F224m  
2014 Faria, Leandro Neves, 1982-  
Manejo da irrigação na indução floral e na fase produtiva da  
mangueira 'Tommy Atkins' em condições semiáridas / Leandro Neves  
Faria. - Viçosa, MG, 2014.  
ix, 90f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Antonio Alves Soares.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Manga - Cultivo. 2. Manga - Florescimento - Frutificação. 3.  
Tommy Atkins. 4. Recursos hídricos - Irrigação. 5. Nordeste -  
Semiárido . I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Engenharia Agrícola. Programa de Pós-graduação em Engenharia  
Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 634.655

LEANDRO NEVES FARIA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA INDUÇÃO FLORAL E NA FASE PRODUTIVA  
DA MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

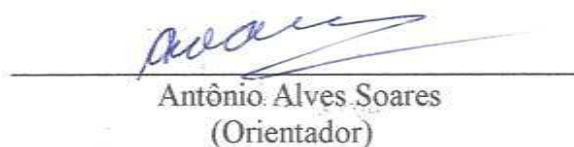
APROVADA: 28 de abril de 2014.

  
João Batista Ribeiro da Silva Reis

  
Ramilo Nogueira Martins

  
Sérgio Luiz Rodrigues Donato

  
Carlos Elizio Cotrim  
(Coorientador)

  
Antônio Alves Soares  
(Orientador)

Aos meus pais,  
***Evaldir Faria da Silva e Railda de Moura Neves Faria,***  
pelo amor incondicional, apoio, dedicação, incentivo, compreensão e  
pelo exemplo de força, humildade, perseverança, honestidade  
e determinação desempenhado em toda minha vida.

Aos meus irmãos,  
***Vanessa Neves Faria e Helder Henrique Neves Faria,***  
pelo apoio, compreensão, amizade, companheirismo  
e palavras de incentivo.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que representa na minha vida.

Aos meus pais Evaldir Faria da Silva e Railda de Moura Neves Faria, pelo carinho, confiança e incentivo ao longo de minha vida.

Aos meus irmãos Helder Henrique Neves Faria e Vanessa Neves Faria, pela compreensão, apoio e incentivo.

À Josiane Andrade Chaves, pelo carinho, companheirismo, apoio, incentivo, paciência e dedicação.

Ao professor Dr. Antonio Alves Soares, pela orientação e ensinamentos prestados ao longo destes anos e pela contribuição na minha vida acadêmica.

À grande amiga professora Dr.<sup>a</sup> Luciana Gomes Castro, pelo incentivo, conselhos, confiança, paciência e amizade ao longo de minha formação acadêmica e profissional.

Ao professor Dr. Sergio Luiz Rodrigues Donato, pela amizade, ensinamentos, companheirismo, confiança e importante contribuição na execução das atividades de pesquisas e em minha formação profissional.

Ao professor Dr. Marcelo Rocha, pela amizade, cooperação, ensinamentos e contribuição nos trabalhos de campo.

Ao amigo professor Dr. Quelmo Silva de Novais, pela amizade, conselhos, incentivo e contribuição em minha formação profissional.

Ao professor Alex Ledo, pela amizade, confiança e concessão da área para realização de parte do experimento.

Aos professores Carlos Elízio Cotrim, Alessandro Magalhães Arantes, João Abel, Ramilo Martins, Rubens Oliveira, Dalmo Siqueira, Everardo Mantovani e Alexandro Brito, pelo estímulo, confiança, amizade e contribuição na minha formação acadêmica.

Aos funcionários Ancilon Araujo, José, Deico, José, Aloísio Santos e Nôdo, do IFBaiano, campus Guanambi, pela colaboração ao longo do desenvolvimento do trabalho de pesquisa.

Aos amigos Edvan Frota e Mabel e família, pelo apoio durante o tempo de permanência em Guanambi.

Aos meus avós e tios pelo apoio durante a execução deste trabalho.

Aos amigos Aildo Pereira dos Santos, Leonardo Novais da Silva, Marília Alves e Carlindo Santos Rodrigues, pela amizade, companheirismo e cooperação para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos Hellen Cardoso, Rosana, Evanete, Loreta Buuda, Talita, Simone, Braulio Maia e Polyana pela amizade e convívio.

Aos amigos e colegas Wady Lima, Luan Giovanelli, José Soares, David Quintão, Henderson Wanderley, Joice Bonna, Juliana Vieccelli, João Paulo Bestete, Danilo Ribeiro, Donizete, Silvânio, Júlio e Jean, pela amizade e ensinamentos.

Aos amigos e colegas Amazon, Bismac, Tânia, Ronilson e Vagner, pela colaboração e apoio durante a realização do experimento.

Aos amigos da pós-graduação e do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, pela amizade e cooperação.

À CAPES e ao CNPq, pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento deste projeto.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade da realização deste curso de doutorado.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus Guanambi*, pela oportunidade de realização de parte do experimento.

Finalmente agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	3
ARTIGO 1 - PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’ SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4. CONCLUSÕES .....	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
ARTIGO 2 - MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’ NO SEMIÁRIDO BAIANO.....	29
1. INTRODUÇÃO.....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4. CONCLUSÕES .....	57
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
ARTIGO 3 - VARIAÇÃO DOS TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DE MANGUEIRA ‘TOMMY ATKINS’ NOS ESTÁDIOS DE FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO .....	61
1. INTRODUÇÃO.....	63
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4. CONCLUSÕES .....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
CONCLUSÕES GERAIS.....	90

## RESUMO

FARIA, Leandro Neves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2014. **Manejo da irrigação na indução floral e na fase produtiva da mangueira ‘Tommy Atkins’ em condições semiáridas.** Orientador: Antônio Alves Soares. Coorientadores: Carlos Elízio Cotrim e Luciana Gomes Castro.

Algumas das maiores dificuldades da mangicultura brasileira estão relacionadas à época de produção dos frutos e a irregularidade da produção. As condições climáticas da região, aliadas à irrigação, favorecem o aumento da produtividade em virtude da adaptação e do comportamento diferenciado das plantas. A técnica que utiliza o estresse hídrico para a indução floral da mangueira normalmente consiste na redução gradual da quantidade de água de irrigação, visando uma maturação mais rápida e uniforme dos ramos, com a planta fotossintetizando e acumulando reservas, porém, sem vegetar. Dessa maneira, objetivou-se definir o manejo da irrigação na indução floral e na fase produtiva da mangueira ‘Tommy Atkins’ em condições semiáridas. O delineamento experimental usado no artigo 1 foi blocos casualizados, com sete tratamentos e seis repetições para o manejo da irrigação com déficit controlado - RDI e cinco tratamentos e seis repetições para o manejo da irrigação lateralmente alternada - PRD, sendo cada planta equivalente a uma unidade experimental. As lâminas foram reduzidas a partir de 100% da evapotranspiração diária da cultura. Os tratamentos referentes à RDI e a PRD foram aplicados nas três fases de desenvolvimento dos frutos, FI - do início da floração até o pegamento dos frutos, (65 dias); FII - desenvolvimento do fruto (30 dias); e FIII - maturação fisiológica do fruto (25 dias). Os tratamentos para o manejo RDI foram: T1 (irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% ETc); T2 (100% da ETc na FII e FIII e 50% da ETc na FI); T3 (100% da ETc na FI e FIII e 50% da ETc na FII); T4 (100% da ETc na FI e FII e 50% da ETc na FIII); T5 (100% da ETc na FII e FIII e 75% da ETc na FI); T6 (100% da ETc na FI e FIII e 75% da ETc na FII) e T7 (100% da ETc na FI e FII e 75% da ETc na FIII). Na PRD, os tratamentos foram: T1 (irrigação plena, 100% da ETc no método de gotejamento convencional); T2 (irrigação plena, 100% da ETc); T3 (80% da ETc); T4 (60% da ETc) e T5 (40% da ETc), sendo T2, T3, T4 e T5 PRD com alternância do lado a ser irrigado a cada 15 dias desde a floração até a colheita. Nos artigos 2 e 3 o delineamento experimental foi blocos casualizados, constituídos por cinco tratamentos aplicados em duas fases de

desenvolvimento, FI-floração e FII- frutificação. Os tratamentos foram: T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII). Não houve efeito dos tratamentos com PRD sobre a produtividade da mangueira, no entanto a estratégia de irrigação lateralmente alternada, PRD a cada 15 dias com 40% da ETc proporcionou maior eficiência de uso da água. Para ambos os manejos a classe de fruto com maior produção foi a 350 a 550 g. As fases de expansão e maturação fisiológica do fruto são mais apropriadas para aplicação da RDI, com 50% e 75% da ETc, sem prejuízo à produtividade na cultura da mangueira e com maior eficiência de uso da água. As taxas de fotossíntese e de transpiração de mangueira 'Tommy Atkins' nas fases de florescimento e frutificação são maiores às 8:00 que às 14:00 horas, independentemente das estratégias de redução de lâminas de irrigação utilizadas. Estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral conduzem a menores valores de fotossíntese, transpiração e de potencial hídrico foliar da mangueira 'Tommy Atkins' na fase de florescimento. As características produtivas não foram influenciadas pelas estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins', apenas pelos ciclos avaliados. As estratégias de redução de lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração do cultivo, ETc, T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII) e T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), são adequadas ao processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins'. Os teores de P, K, Mg e Cu nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variaram entre fases e ciclos, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas no processo de indução floral. Os teores de N, Ca, B, Fe, Mn e Na nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variam com os estádios de florescimento e frutificação e com os ciclos produtivos, de forma independente. Os teores foliares de nitrogênio ficaram acima da faixa de suficiência nos diferentes estádios de desenvolvimento e ciclos avaliados. Os teores de clorofila a, b e total variaram com a época da leitura, de forma independente.

## ABSTRACT

FARIA, Leandro Neves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2014. **Irrigation management of floral induction and productive phase of 'Tommy Atkins' mango trees under semiarid conditions.** Adviser: Antônio Alves Soares. Co-advisers: Carlos Elízio Cotrim and Luciana Gomes Castro.

Some of the major issues involving the Brazilian mango tree crop are related to fruit production season and production irregularities. The climatic conditions of the region, combined with irrigation, favors greater productivity as a result of plant adaptation and differentiated behavior. The water stress technique applied for floral induction in mango tree crop usually consists in a gradual reduction of the amount of irrigation water, aiming at a more rapid and uniform branch maturation, with the plant photosynthesizing and accumulating reserves. Thus, the objective of this work was to define irrigation management to optimize off season production of 'Tommy Atkins' mango trees under Bahia semiarid region conditions. The Article 1 experiment was arranged in a randomized complete block design, with seven treatments (irrigation) and six replicates for the Regulated Deficit Irrigation management - RDI, and five treatments and six replicates for the alternate Partial Rootzone Drying irrigation management - PRD, with each plant corresponding to an experimental unit. The irrigation depth was reduced from 100% based on daily evapotranspiration of the crop. The RDI and PRD management treatments were applied at the three stages of fruit development, SI – from flowering to fruit set (65 days); SII – fruit development (30 days); and SIII – fruit physiological maturation (25 days). The RDI management treatments were: T1 (100% ETc at all phases of fruit development); T2 (100% ETc at SII and SIII, and 50% Etc at SI); T3 (100% ETc at SI and SIII, and 50% ETc at SII); T4 (100% ETc at SI and SII, and 50% ETc at SIII); T5 (100% ETc at SII and SIII and 75% ETc at SI); T6 (100% ETc at SI and S III and 75% ETc at SII) and T7 (100% Etc at SI and SII and 75% ETc at SIII). The PRD management treatments were: T1 (100% ETc using the conventional drip method); T2 (100% ETc); T3 (80% ETc); T4 (60% ETc) and T5 (40% ETc), with T2, T3, T4, and T5 PRD alternating the side to be irrigated every 15 days from flowering to harvest. The experimental design in Articles 2 and 3 was arranged in a randomized complete block design, consisting of the following five treatments applied at two developmental stages, SI-flowering and S2-fruit production: T1 (0% ETc, no

irrigation in SI and 100% ETc in SII), T2 (25% ETc in SI and 100% ETc in SII), T3 (50% ETc at SI and 100% ETc at SII), T4 (75% ETc in SI and 100% ETc in SII) and T5 (100% ETc in SI and SII). The PRD treatments had no effect on mango plant productivity. However, the RDI irrigation management, alternating sides every 15 days with 40% of ETc provided greater water use efficiency. For both managements, the highest fruit production was 350 to 550 g. Fruit physiological development and maturation stages were more appropriate for RDI application, with 50% and 75% ETc, without yield loss and with greater water use efficiency. The photosynthesis and transpiration rates of the 'Tommy Atkins' mango trees during the flowering and fruiting stages were higher at 8:00 am than at 2:00 pm, regardless of the reduced irrigation depth applied. Strategies to reduce irrigation depth during floral induction led to smaller values of photosynthesis, transpiration, and leaf water potential during flowering. The productive characteristics were not influenced by reduced irrigation depth during floral induction, only by the cycles evaluated. The reduced water depth strategies, based on crop evapotranspiration, ETc, T1 (0% of ETc, without irrigation at S1 and 100% at SII) and T2 (25%ETcat S1 and 100% at SII) are adequate to the process of floral induction of the 'Tommy Atkins' mango tree. The P, K, Mg, and Cu contents in the 'Tommy Atkins' mango tree leaves varied between stages and cycles, regardless of the depth reduction strategies applied in the floral induction process. The N, Ca, B, Fe, Mn, and Na contents in the leaves of the 'Tommy Atkins' mango trees varied with the flowering and fruit production stages and with the productive cycles, in an independent way. The nitrogen foliar contents were above the sufficiency range at the different stages of development and cycles evaluated. The contents of chlorophyll a, b, and total varied with time.

## INTRODUÇÃO GERAL

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma Anacardiácea originária da Ásia, mais precisamente da Índia, Sudeste Asiático e das ilhas circunvizinhas. Foi introduzida no Brasil por volta de 1700 e atualmente é uma das principais frutíferas cultivadas no Nordeste brasileiro. A produção brasileira de manga em 2012 foi de 1.175.735 toneladas e a área cultivada de 73.690 ha. A região Nordeste destaca-se como a principal produtora com 66,54% da produção brasileira, tendo como maiores produtores os estados da Bahia e Pernambuco. Em 2012 a Bahia foi responsável por uma produção de 422.763 toneladas de manga, numa área colhida de 25.888 ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE, 2014), com destaque par aos perímetros irrigados de Juazeiro, Livramento de Nossa Senhora, Formoso/Rio Corrente, Itaberaba e Ceraíma/Estreito, todos no semiárido.

A variedade Tommy Atkins é a mais cultivada e exportada no País e concentra em torno de 90% da área plantada com mangueira, justificada, muitas vezes, por sua rusticidade, coloração atraente, alta produtividade e resistência ao transporte, favorecendo a conservação pós-colheita. Dentre outras variedades de manga existentes, destacam-se a Espada, a Rosa, a Haden, a Keitt, a Kent, a Palmer e a Van Dyke (BRAZ et al., 2008).

A região semiárida brasileira se sobressai no cenário nacional, quanto à produção de mangas, não apenas pela expansão da área cultivada e do volume de produção, mas principalmente pelos altos rendimentos alcançados e qualidade dos frutos (COTRIM, 2009). As condições climáticas da região, aliadas à irrigação, favorecem o aumento da produtividade em virtude da adaptação e do comportamento diferenciado das plantas. Entretanto, para Coelho Filho e Coelho (2005), o manejo da água de irrigação geralmente não tem seguido critérios ou bases técnicas, ficando sempre a dúvida se a quantidade de água aplicada ao solo é adequada ou não.

Algumas das maiores dificuldades da mangicultura brasileira estão relacionadas à época de produção dos frutos e a irregularidade da produção. Existe grande concentração da produção de mangas no final e início do ano, ocasiões em que os preços não chegam a cobrir as despesas de colheita. Torna-se, portanto, fundamental o domínio do controle deflorescimento da mangueira, alterando-o e direcionando a produção para épocas mais favoráveis, tanto do ponto de vista comercial como fitossanitário (MANCIN et al., 2014).

Os processos naturais de floração em muitas espécies frutíferas quase sempre estão associados à inibição do crescimento vegetativo. Essa inibição, em função do clima e estado nutricional da planta, cria condições para a floração (BEM-TAL, 1986; FIERRO; ULLOA, 1991). A paralisação do crescimento vegetativo via estresse hídrico e, ou, aplicação de reguladores de crescimento, quando bem manejados, tem proporcionado resultados favoráveis no florescimento da mangueira. Nuñez-Elisea e Davenport (1991) afirmaram que a baixa umidade do solo associada a níveis moderados de fertilizantes, favorece a diminuição da atividade metabólica, ocorrendo, como consequência, o florescimento da mangueira.

Com o intuito de obter colheita de mangas em períodos de entressafra, muitos produtores tentam promover a indução floral com aplicação do estresse hídrico controlado ou com o uso de reguladores de crescimento sintéticos como o Paclobutrazol (PBZ), associado à diminuição do fornecimento de água para cultura. Essa técnica tem um elevado grau de complexidade, pois demanda um conhecimento profundo da fisiologia e fenologia da planta, do clima da região, dos produtos a serem usados para cada situação e do nível de estresse hídrico apropriado (PAULA JÚNIOR, 2007).

A aplicação da técnica de indução floral de forma empírica pode acarretar diversos problemas, como ausência de diferenciação da gema vegetativa em inflorescência e distúrbios fisiológicos por excesso de estresse hídrico ou hormonal, podendo causar a perda de produção da safra atual e das subsequentes, sem contar o aumento do custo de produção devido às despesas geradas pela aquisição dos produtos e aplicações (SOARES; COSTA, 1995).

O manejo artificial de floração da mangueira segue dois processos diferenciados de acordo a época do ano. O primeiro quando a quebra de dormência da gema ocorre de maio a agosto, em regiões sem chuvas neste período, que se faz uso do estresse hídrico. O segundo, quando a quebra de dormência da gema é programada para o período mais quente, entre outubro e abril (ALBUQUERQUE et al., 2002), coincidente com as chuvas, com utilização do regulador de crescimento.

Fonseca et al. (2005) sugerem 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 semiáridas tropicais.

A técnica que utiliza o estresse hídrico para a indução floral da mangueira normalmente consiste na redução gradual da quantidade de água de irrigação, visando

uma maturação mais rápida e uniforme dos ramos, com a planta fotossintetizando e acumulando reservas, porém, sem vegetar (ALBUQUERQUE et al., 1999).

A redução da lâmina de irrigação é recomendada em todos os modelos de indução floral da mangueira, porém não há estudos que expliquem em quanto a irrigação deve ser reduzida. Não se sabe também o período adequado para a retomada do manejo da irrigação, nem se após o estresse, a irrigação deve ser referente a 100% da evapotranspiração da cultura. Muitos autores têm trabalhado com o uso do estresse hídrico em mangueiras, no entanto, este assunto ainda é carente de pesquisas (SPREER et al., 2007, 2009; SILVA et al., 2009; SAMPAIO, 2010; COTRIM et al., 2011; SANTOS, 2012; TEIXEIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2013 e 2014; SANTOS; MARTINEZ, 2013).

O período ideal para se aplicar o estresse hídrico é variável de região para região, de acordo com as condições edafoclimáticas. Dessa forma, torna-se necessário o estudo desse efeito para cada polo produtor da cultura.

O presente estudo foi desenvolvido com o intuito de fornecer subsídios, fundamentados em aspectos meteorológicos, fisiológicos e físicos do solo, para uma adequação racional do manejo da irrigação no florescimento e frutificação de mangueiras no semiárido baiano. Com isso, possibilitar o gerenciamento e a aplicabilidade de técnicas adequadas em sistemas produtivos irrigados, buscando uma melhor eficiência de utilização da água, favorecendo a utilização do agroecossistema de maneira sustentável.

Dessa maneira, objetivou-se estabelecer o manejo da irrigação, na indução floral e na fase produtiva da mangueira cv. Tommy Atkins em condições semiáridas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.; MEDINA, V.D.; MOUCO, M.A.C. Indução floral. In: GENU, P.J.C.; QUEIROZ PINTO, A.C. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 452 p.

ALBUQUERQUE, J.A.S.; MOUCO, M.A.C.; MEDINA, V.D.; SANTOS, C.R.; TAVARES, S.C.C.H. **O cultivo da mangueira irrigada no semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido; VALEXPORT, 1999. 77 p.

BEM-TAL, Y. Flowering: its control by vegetative growth inhibition. **Acta Horticulturae**, n. 179, p. 329-335, 1986.

BRAZ, V.B.; NUNES, E.S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; BERTINI, L.A.; COUTO, F.A.A. Indução do amadurecimento de mangas cv. Tommy Atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 225-232, 2008.

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F. Uso da regulação do déficit de irrigação e produtividade de mangueira 'Tommy Atkins' em condições semiáridas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15, 2005, Teresina. **Anais...** Teresina, 2005.

COTRIM, C.E. **Otimização da irrigação localizada em pomares de manga no semiárido baiano**. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

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 semiarid. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1052-1053, 2011.

FIERRO, C.A.; ULLOA, M.A. Development reference stage for flower induction response to potassium nitrate in mango. **Acta Horticulturae**, n. 291, p. 71-78, 1991.

FONSECA, N.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 1, v. 27, p. 21-24, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ba&tema=lavourapermanente>>. Acesso: 04 mar. 2014.

MANCIN, C.A.; MELO, B.; SOUZA, O.P. **Cultura da mangueira**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/manga.html>>. Acesso em: 01 mar. 2014.

NUÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T.L. Effect of duration of low temperature treatment on flowering of containerized 'Tommy Atkins' mango. **HortScience**, Alexandria, p. 26-71, 1991.

PAULA JÚNIOR, T.J.; VENZON, M. **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 800 p.

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

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, n. 3, p. 7-16, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R. Gas exchanges of ‘Tommy Atkins’ mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1141-1153, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 362-369, 2014.

SPREER, W.; NAGLE, M.; NEIDHART, S.; CARLE, R.; ONGPRASERT, S.; MULLER, J. Effect of regulated deficit irrigation and partial Root-zone 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.; WUNSCHE, 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.

SILVA, V.P.R.; CAMPOS, J.H.B.C.; AZEVEDO, P.V. Water-use efficiency and evapotranspiration of mango orchard grown in northeastern region of Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 120, p. 467-472, 2009.

SOARES, J.M.; COSTA, F.F. Irrigação. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. **Informações técnicas sobre a cultura da manga no semiárido brasileiro**. Petrolina, 1995. p. 43-80.

TEIXEIRA, J.C.; COELHO, E.F.; OLIVEIRA, P.M.; OLIVEIRA, R.C.; SILVA, T.S.M.; GOMES FILHO, O. Manejo de água da mangueira ‘Palmer’ com uso de regulação de déficit de irrigação nas condições do norte de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012.

## ARTIGO 1 - PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO: O uso da irrigação com déficit controlado e lateralmente alternado nas fases de florescimento e frutificação em mangueiras em condições semiáridas ainda carece de informações. O entendimento dos fatores afetados pelo manejo da irrigação com déficit controlado, nessas fases permite maior controle no efeito da irrigação, conseqüentemente, maior a eficiência do uso da água no processo produtivo. Assim objetivou-se avaliar o manejo da irrigação com déficit controlado (RDI) e irrigação lateralmente alternada (PRD), aplicado do período de floração à maturação dos frutos em condições semiáridas. O experimento foi realizado em Guanambi, BA, em um pomar de mangueira 'Tommy Atkins', cultivadas com espaçamento de 8 x 10 m. O sistema de irrigação utilizado foi composto por dois microaspersores por planta, com vazão de 100 L h<sup>-1</sup> à pressão de 200 KPa para o manejo com RDI. O manejo PRD foi composto por linhas de nove gotejadores de 8 L h<sup>-1</sup> autocompensantes. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com sete tratamentos para o manejo com RDI e cinco tratamentos para o manejo com PRD. Para o manejo RDI, os tratamentos foram aplicados nas três fases de desenvolvimento dos frutos, FI - do início da floração até o pegamento dos frutos (65 dias); FII - desenvolvimento do fruto (30 dias); e FIII - maturação fisiológica do fruto (25 dias). Os tratamentos para o manejo RDI foram: T1 (irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% da ETc); T2 (100% da ETc na FII e FIII e 50% da ETc na FI); T3 (100% da ETc na FI e FIII e 50% da ETc na FII); T4 (100% da ETc na FI e FII e 50% da ETc na FIII); T5 (100% da ETc na FII e FIII e 75% da ETc na FI); T6 (100% da ETc na FI e FIII e 75% da ETc na FII) e T7 (100% da ETc na FI e FII e 75% da ETc na FIII). No PRD, os tratamentos foram: T1 (irrigação plena, 100% da ETc no método de gotejamento convencional); T2 (irrigação plena, 100% da ETc); T3 (80% da ETc); T4 (60% da ETc) e T5 (40% da ETc), sendo T2, T3, T4 e T5 PRD aplicadas com alternância do lado a ser irrigado a cada 15 dias, nas três fases de desenvolvimento dos frutos, desde a floração até a colheita. Utilizaram-se seis repetições e uma planta útil por parcela experimental, em ambos os casos. As lâminas foram reduzidas a partir de 100% da evapotranspiração diária da cultura. Não houve efeito dos tratamentos com PRD sobre a produtividade da mangueira, no entanto a estratégia de irrigação lateralmente alternada, PRD a cada 15 dias com 40% da ETc proporcionou maior eficiência de uso da água. Para ambos os manejos a classe de fruto com maior produção foi a 350 a 550 g. As fases de expansão e maturação fisiológica do fruto são mais apropriadas para aplicação da RDI, com 50% e 75% da ETc, sem prejuízo à produtividade na cultura da mangueira e com maior eficiência de uso da água.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangifera*. Déficit Controlado. Irrigação Lateralmente Alternada.

## **PRODUCTION AND WATER USE EFFICIENCY IN 'TOMMY ATKINS' MANGO TREES UNDER DIFFERENT IRRIGATION STRATEGIES**

**ABSTRACT:** There is presently a lack of information on the use of Regulated Deficit Irrigation (RDI) and alternated Partial Rootzone Drying (PRD) during the flowering and fruit production phases of mango trees in the semiarid region of Bahia, Brazil. Understanding the factors affected by RDI management during these phases allows a better irrigation management and, consequently, a better water use efficiency in the production process. Thus, this study aimed to evaluate the use of Regulated Deficit Irrigation (RDI) and alternated Partial Rootzone Drying (PRD) during the flowering and fruit maturation phases, to optimize yield, during the off season mango production of *Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins, in the semiarid region of Bahia. The experiment was carried out in Guanambi - BA, in an 8 x 10 m spaced mango tree orchard. The irrigation system used consisted of two micro sprinklers per plant, with a flow rate of 100 L h<sup>-1</sup> at a pressure of 200 KPa for RDI. The PRD management system consisted of rows of nine self-compensating drippers, each of 8 L h<sup>-1</sup>. The experiment was arranged in a complete randomized block design with seven RDI management treatments (irrigation depths), and five PRD management treatments. The RDI management treatments were applied at three phases of fruit development, SI – from flowering to fruit set (65 days); SII – fruit development (30 days); and SIII – fruit physiological maturation (25 days). The RDI management treatments were: T1 (100% ETc at all phases of fruit development); T2 (100% ETc, at the SII and SIII, 50% ETc in SI); T3 (100% ETc at SI and SIII, and 50% ETc at SII); T4 (100% ETc at SI and SII, and 50% ETc at SIII); T5 (100% ETc at SII and SIII and 75% ETc at SI); T6 (100% ETc at SI and SIII and 75% ETc at SII) and T7 (100% ETc at SI and SII and 75% Tc at SIII). The PRD management treatments were: T1 (100% ETc in conventional drip method); T2 (100% ETc); T3 (80% ETc); T4 (60% ETc), and T5 (40% ETc), with T2, T3, T4 and T5 PRD alternating the side to be irrigated every 15 days from flowering to harvest. Six replicates and one plant per experimental plot were used in both cases. The irrigation depth was reduced from 100% of the daily crop evapotranspiration. There was no effect of PRD treatments on mango productivity; however, the PRD with 40% ETc obtained a greater water use efficiency. On the other hand, the RDI management treatments with irrigation depth of 50 and 75% at phases II and III presented higher yields, compared with the other treatments. For both irrigation managements, the highest fruit production was 350 to 550 g. The fruit development and physiological maturation phases are the most appropriate for RDI application, with 50% and 75% of ETc, without fruit yield loss and with greater water use efficiency.

**KEYWORDS:** *Mangifera*. Regulated Deficit Irrigation. Partial Rootzone Drying.

## 1. INTRODUÇÃO

A fruticultura é um importante segmento do agronegócio brasileiro e constitui-se numa valiosa alternativa para o avanço das exportações de produtos agrícolas (COSTA et al., 2011). A região Semiárida do Nordeste, em especial a Bahia constitui-se uma fronteira agrícola de elevada importância para fruticultura nacional, viável apenas com o uso eficiente da irrigação. O estado é o segundo produtor e o maior exportador de frutas do Brasil, com destaque para as áreas cultivadas com mangueiras (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2013).

Em 2012 a produção brasileira de mangas ultrapassou um milhão e cem mil toneladas, sendo a região Nordeste responsável por 66,54% do total, tendo a Bahia como maior estado produtor da fruta com 54% da produção (IBGE, 2014). Essa região apresenta características climáticas que aliadas ao manejo de irrigação favorecem o bom desenvolvimento da cultura. Diante da expansão da mangicultura, a região do semiárido baiano tem evoluído no sentido de aprimorar a aplicação de práticas de manejo da irrigação visando melhorar a produtividade, qualidade do fruto e a eficiência de uso da água na região.

A utilização de técnicas de irrigação na cultura da mangueira deve ser respaldada por recomendações adequadas de manejo da água, que permita o uso racional e resulte em alta produtividade física e econômica (COTRIM, 2009). Informações a respeito do momento e da quantidade a ser irrigada são essenciais para implantação do manejo adequado da irrigação, visando uma maior eficiência do uso da água pela cultura (AZEVEDO et al., 2012) ou produtividade da água.

O manejo da irrigação com déficit controlado tem sido utilizado em espécies frutíferas para elevar a eficiência do uso da água em fases da cultura que não comprometem a produtividade potencial. Neste contexto, as práticas de irrigação designadas como irrigação com déficit controlado – RDI (Regulated Deficit Irrigation) e irrigação lateralmente alternada – PRD (Partial Rootzone Drying) se destacam dentre as técnicas de redução da lâmina real aplicada (COTRIM et al., 2011; SANTOS et al., 2013 e 2014; SANTOS; MARTINEZ, 2013).

A técnica RDI consiste no manejo da irrigação com déficits em estádios de desenvolvimento da cultura cujo crescimento e qualidade do fruto tem baixa sensibilidade ao estresse hídrico (PAÇO, 2003). Para isso é necessário um bom

conhecimento dos estádios no qual a deficiência de água poderá provocar perdas consideráveis de produtividade e qualidade (COTRIM, 2009).

O manejo de irrigação, baseado na PRD, também conhecido no Brasil como irrigação com secagem parcial da zona radicular (SAMPAIO et al., 2010), consiste na alternância do lado a ser irrigado da planta, durante sete a 28 dias, principalmente, entre as fases fenológicas de pegamento do fruto e colheita. A PRD baseia-se em respostas bioquímicas das plantas para alcançar um equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo por meio do estresse hídrico, em consequência, há melhoria significativa da produção por unidade de água de irrigação aplicada (McCARTHY, 2000).

O efeito da irrigação sobre a cultura da mangueira é observado com maior intensidade no período de florescimento e frutificação. O uso de práticas bem planejadas de irrigação com déficit controlado, associadas às técnicas de indução do florescimento pode proporcionar maior produtividade da cultura. No processo produtivo é importante conhecer qual a redução da irrigação que proporcione obtenção de produtividade e qualidade do produto aceitável comercialmente, e em que fase do ciclo fenológico da cultura os déficits poderão ser promovidos.

Pesquisas envolvendo redução de irrigação no processo de indução floral e frutificação na cultura da mangueira são cada vez necessárias para obter respaldo científico e gerar informações concretas que possam ser extrapoladas aos fruticultores e que seja compatível com a atual relação sociedade natureza. O uso do manejo de irrigação com déficit controlado nas fases de florescimento e frutificação em mangueiras em condições do semiárido baiano ainda carece de informações. Assim, justifica-se a realização de mais estudos referentes à irrigação com déficit controlado aplicado em determinada fase de produção da cultura, na qual não acarreta prejuízos econômicos.

O entendimento dos fatores que regem o manejo da irrigação com déficit controlado nas fases de florescimento até a frutificação permite o ajuste fino da irrigação. Isso poderá proporcionar aumento da eficiência do uso da água no processo produtivo da mangueira, contribuindo na solução da atual crise de recursos hídricos, problema corrente em ambientes semiáridos e que constitui preocupação também nos trópicos semiúmidos e úmidos.

Com a finalidade de contribuir para o conhecimento sobre a irrigação com lâminas reduzidas na mangueira, no presente estudo objetivou-se avaliar o manejo da irrigação com déficit controlado (RDI) e lateralmente alternada (PRD), visando

aumentar a eficiência de uso da água, aplicado ao período de floração à maturação dos frutos da mangueira ‘Tommy Atkins’, em condições semiáridas da Bahia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um pomar de *Mangifera indica* L. cultivar Tommy Atkins, de 16 anos de idade, localizado no Perímetro Irrigado de Ceraíma, município de Guanambi, região sudoeste da Bahia. O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO FLÚVICO TaEutrófico típico, com relevo plano a suave ondulado. De acordo a classificação de Köppen, o clima da região em que foi desenvolvido o estudo é do tipo Aw: semiárido quente e seco, temperatura média de 25,6 °C, precipitação média de 680 mm anuais, sendo o período chuvoso concentrado nos meses de novembro a março. As variáveis climáticas durante o período de avaliação constam na Figura 1.

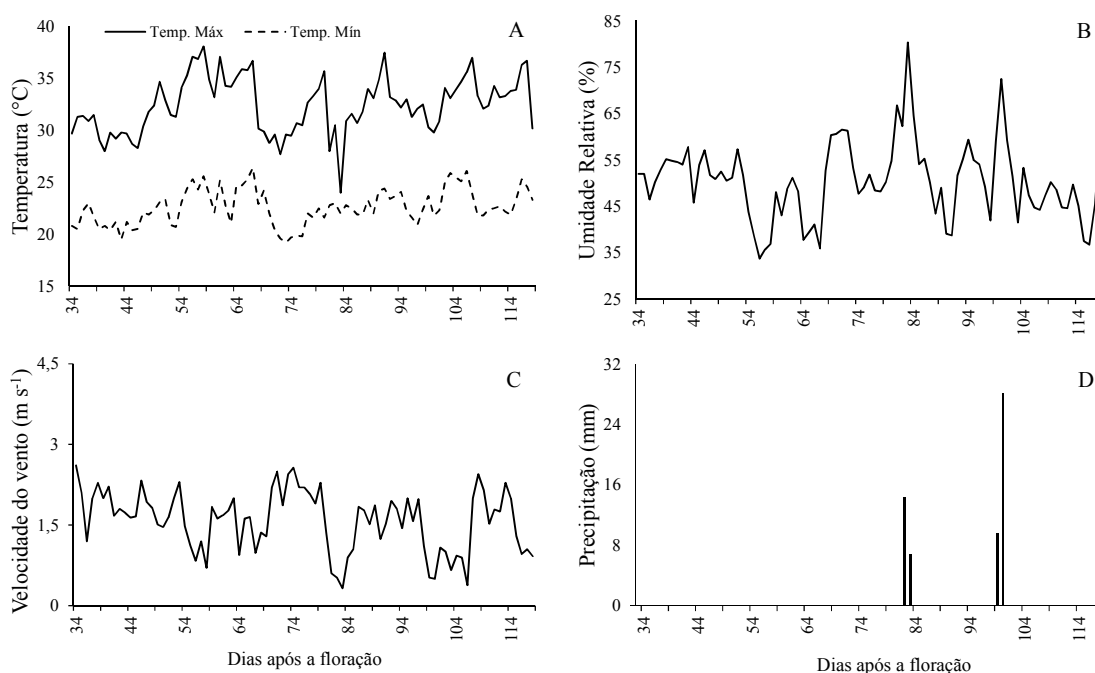


Figura 1 - Temperatura máxima (Tmax) e temperatura mínima (Tmin) (A), umidade relativa média do ar (B), velocidade média do vento (C) e precipitação (D) durante o período de avaliação, 02/09/2013 a 25/12/2013. Guanambi, BA.

O experimento foi instalado em um lote comercial do Perímetro Irrigado de Ceraíma, de propriedade do Sr. Alex Lédo, em janeiro de 2013. O local apresenta altitude de 530 m e coordenadas geográficas 14°17'03" de latitude sul e 42°43'57" de longitude oeste. O fornecimento de água, derivado de um poço tubular com condutividade elétrica de 1,0 dS m<sup>-1</sup>, às unidades experimentais foi realizado de maneira diferenciada por um sistema de irrigação localizada. Este sistema foi dotado de várias linhas de distribuição e registros, de maneira a permitir aplicação de diferentes lâminas de irrigação, através de gotejadores (vazão de 8 L h<sup>-1</sup> autocompensantes) e microaspersores (vazão de 100 L h<sup>-1</sup>) à pressão 200 KPa, com a finalidade de implementar o manejo da irrigação lateralmente alternada (PRD) e irrigação com déficit controlado (RDI), respectivamente.

Durante o ciclo produtivo foram consideradas as técnicas de produção de manga empregadas no perímetro irrigado. Após a colheita as plantas foram podadas e adubadas segundo a necessidade nutricional, identificada a partir da extração de nutrientes estimada com base na produção obtida.

Foram aplicadas às mangueiras em dois parcelamentos, nas fases de florescimento e frutificação, 300 g de nitrato de potássio por planta.

As análises para obtenção das características físicas do solo foram determinadas segundo Embrapa, (1997), no Laboratório de Solos do IFBAIANO – *Campus Guanambi*, cuja descrição consta na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos físico-hídricos do solo da área experimental. Guanambi, BA, 2013.

Camada	Areia	Silte	Argila	Umidade do Solo 10 KPa	Umidade do Solo 1500 KPa
m	g kg <sup>-1</sup>			kg kg <sup>-1</sup>	
0,00 - 0,25	600	240	160	0,23	0,12
0,25 - 0,50	770	150	80	0,16	0,07
0,50 - 0,75	800	120	80	0,14	0,06
0,75 - 1,00	760	160	80	0,16	0,07

Após a realização da poda, o manejo da irrigação foi conduzido diariamente até o momento em que a planta emitiu o segundo fluxo vegetativo. A paralisação do crescimento das mangueiras foi realizada aplicando o regulador de crescimento Paclobutrazol (PBZ), na dosagem de 1g do princípio ativo por metro linear de diâmetro da copa (MOUCO; ALBUQUERQUE, 2005). O PBZ foi diluído em dois litros de água

e distribuído no solo em pequenos sulcos ao redor do tronco da mangueira. A irrigação permaneceu total (100% da ETc) durante 15 dias até a absorção do produto pela planta. Em seguida, cessou-se a irrigação e quando as plantas apresentaram sintomas de epinastia dos ramos terminais (Figura 2), procederam-se três aplicações de nitrato de cálcio a 3%. Estas pulverizações foram realizadas em intervalos de sete dias, iniciada trinta dias após a aplicação do PBZ com a finalidade de quebrar a dormência das gemas e induzir uma floração uniforme.



Figura 2 - Epinastia dos ramos terminais de mangueira ‘Tommy Atkins’.

Os tratamentos de irrigação com déficit controlado (RDI) e lateralmente alternado (PRD) foram aplicados da floração à maturação dos frutos, nas três fases de seu desenvolvimento: do início da floração até o pegamento dos frutos, que ocorre em torno de 65 dias após o início da floração (Fase I); durante o desenvolvimento do fruto que acontece até aproximadamente 95 dias após o início da floração (Fase II); e ao término do crescimento e maturação fisiológica do fruto, aproximadamente 120 dias após o início da floração (Fase III).

O delineamento experimental usado foi blocos casualizados, com sete tratamentos para o manejo com a RDI: T1 (irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% da ETc); T2 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 50% da ETc na fase I); T3 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 50% da ETc na fase II); T4 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 50% da ETc na fase III); T5 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 75% da ETc na fase I); T6 (irrigação plena, 100% ETc nas fases I e III e 75% da ETc na fase II) e T7 (irrigação

plena, 100% da ETc nas fases I e II e 75% da ETc na fase III); e com cinco tratamentos para o manejo com PRD: T1 (irrigação plena, 100% da ETc no método de gotejamento convencional); T2 (irrigação plena, 100% da ETc); T3 (80% da ETc); T4 (60% da ETc) e T5 (40% da ETc), sendo T2, T3, T4 e T5 PRD com alternância do lado a ser irrigado a cada 15 dias desde a floração até a colheita. Em ambos os casos utilizaram-se seis repetições e uma planta útil por parcela experimental e as lâminas foram reduzidas a partir de 100% da evapotranspiração diária da cultura.

O manejo da irrigação para obtenção dos diferentes tratamentos foi realizado variando o tempo de irrigação, através do fechamento de válvulas inseridas nas tubulações de cada tratamento (Figura 3). As lâminas de irrigação no período foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura e eficiência de aplicação do sistema. A ETc foi obtida com base na evapotranspiração de referência (ETo), no coeficiente de cultura (Kc) e no coeficiente de localização (Kl).



Figura 3 - Sistema de válvulas para controle das lâminas de irrigação.

A evapotranspiração de referência foi determinada indiretamente pelo método de Penman-Monteith, padrão FAO Boletim 56 (ALLEN et al., 1998), com base em dados da estação meteorológica local, instalada próxima a área experimental. Os valores de radiação solar foram estimados através da equação de Hargreaves (ALLEN et al., 1998) devido à falta de dados de insolação real não medido pela estação. Esta equação considera a temperatura máxima e mínima, a radiação solar no topo da atmosfera e o fator kRs que considera a localização.

Os valores do  $K_c$  utilizados no cálculo da evapotranspiração da cultura durante as fases de avaliação (Figura 4), foram de 0,62 a 0,87, conforme recomendação de Silva et al. (2001). Esta metodologia considera a quantidade de dias após o florescimento para a determinação do coeficiente da cultura.

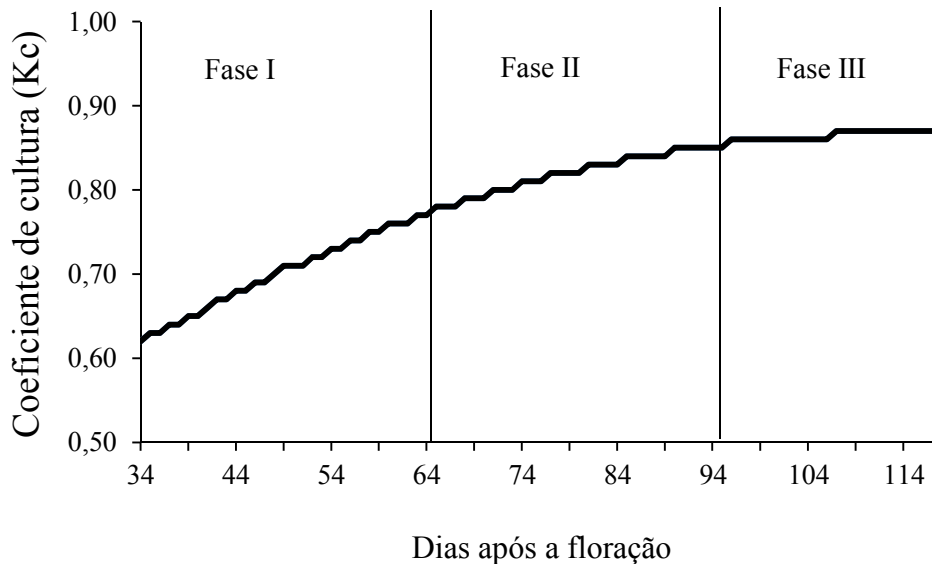


Figura 4 - Coeficientes de cultura utilizados nos cálculos da quantidade de água aplicada na irrigação da mangueira ‘Tommy Atkins’.

O coeficiente de localização ( $K_l$ ) foi calculado conforme Fereres (1981), descrito por Bernardo et al. (2006), analisando a área sombreada pela planta e molhada pelo microaspersor, prevalecendo sempre o maior valor (Equações 1, 2 e 3).

$$K_l = 1 \quad \text{Se, } P \geq 65\% \quad [1]$$

$$K_l = 0,0109 P + 0,30 \quad \text{Se, } 20\% < P < 65\% \quad [2]$$

$$K_l = 0,0194 P + 0,1 \quad \text{Se, } P \leq 20\% \quad [3]$$

em que  $P$  = percentagem da área molhada ou sombreada (%), prevalecendo o maior valor.

A evapotranspiração da cultura para fins de manejo de irrigação de cada tratamento foi determinada conforme equação 4.

$$ET_c = ET_0 K_c K_l \quad [4]$$

em que  $ET_c$  é evapotranspiração da cultura,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $ET_o$ , evapotranspiração de referência,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $K_c$ , coeficiente da cultura, adimensional; e  $K_l$ , coeficiente de localização da irrigação, adimensional.

No manejo da irrigação do pomar durante o experimento, o tempo de irrigação por dia foi calculado através da equação 5, sugerida por Goodwin e Boland (2000) e adotada por Cotrim et al. (2011), Santos et al. (2013, 2014) e Santos e Martinez (2013), considerando a eficiência de aplicação de 0,90.

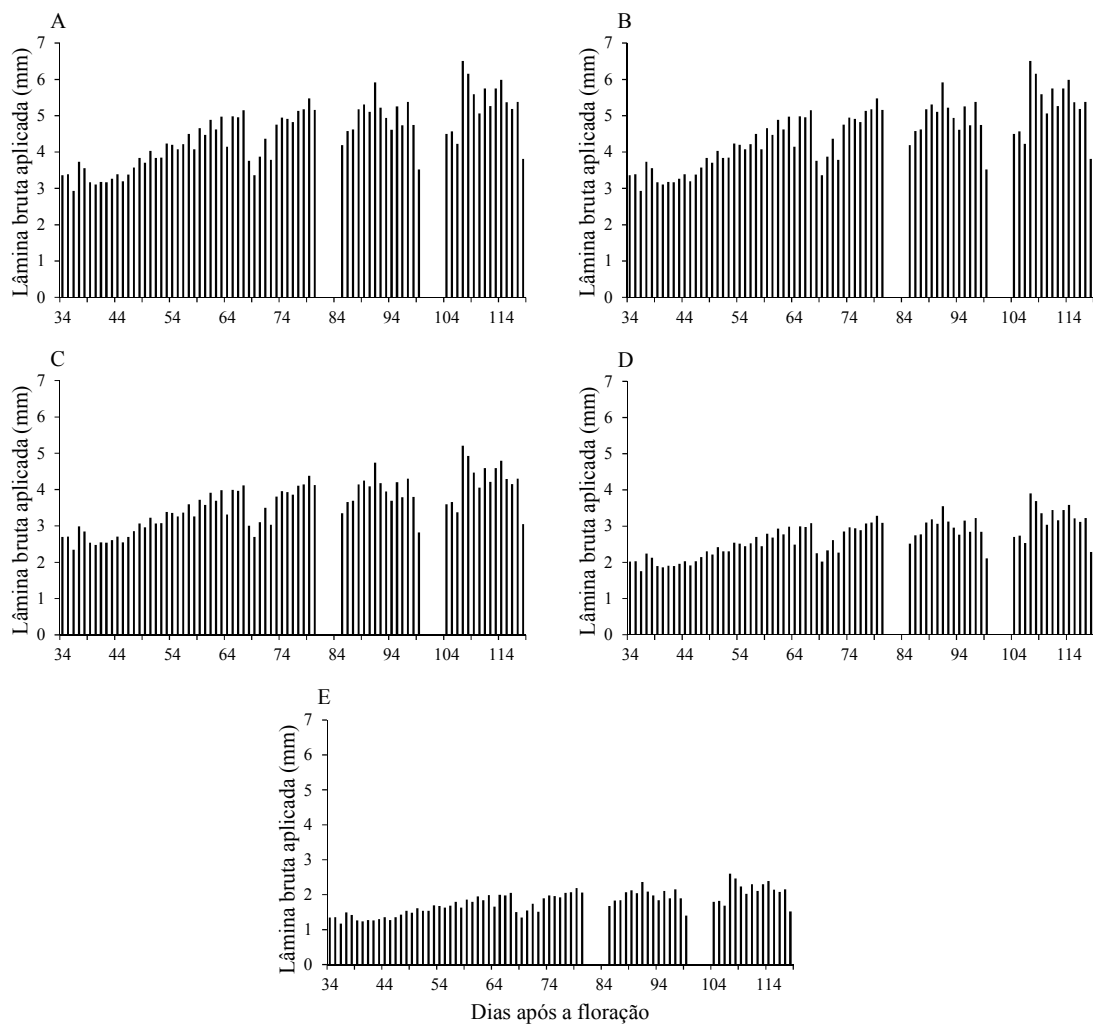
$$T_i = \frac{ET_c R_p E_1 E_2}{n_e q E_a} \quad [5]$$

em que  $T_i$  é tempo de irrigação ( $\text{h dia}^{-1}$ );  $R_p$ , reposição da  $ET_c$  conforme o tratamento (decimal);  $E_1$ , espaçamento entre fileiras de mangueira (m);  $E_2$ , espaçamento entre plantas dentro da fileira (m);  $n_e$ , número de emissores por planta;  $q$ , vazão do emissor em ( $\text{L h}^{-1}$ ); e  $E_a$ , eficiência de aplicação (decimal).

Estas determinações foram feitas utilizando o software IRRIMANGA, ferramenta computacional para obtenção da evapotranspiração e cálculo do tempo de irrigação para o manejo da cultura da manga (SANTOS, 2012).

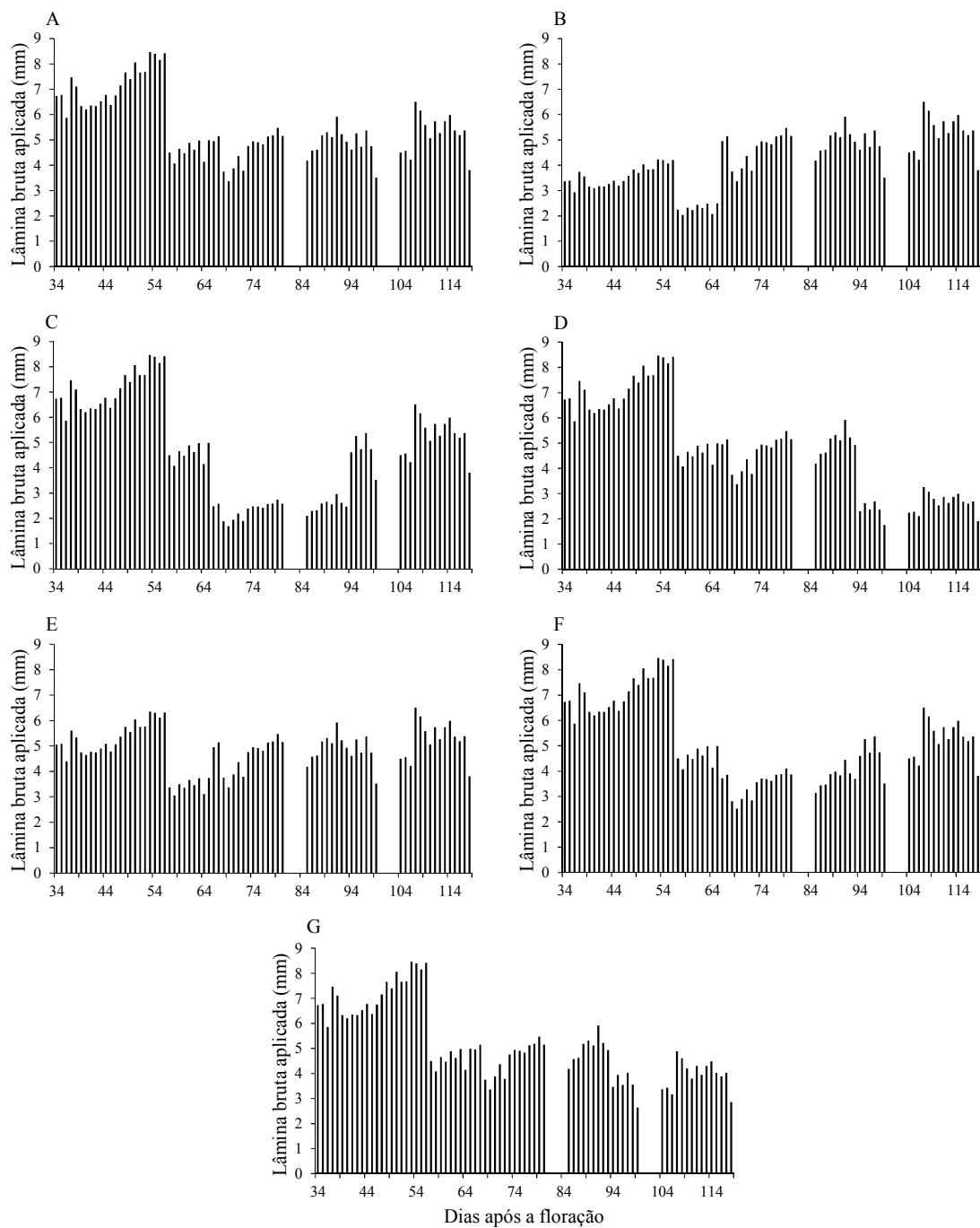
Nos dias com ocorrência de precipitações na área experimental, estas foram subtraídas da evapotranspiração da cultura para obtenção do tempo de irrigação.

As lâminas de irrigação aplicadas durante o período experimental pelos diferentes tratamentos PRD e RDI, constam nas Figuras 5 e 6, respectivamente. O início dos tratamentos ocorreu aos 34 dias após o florescimento e finalizou aos 118 dias da floração plena.



T1 (irrigação plena, 100% da ETc no método de gotejamento convencional); T2 ( irrigação plena, 100% da ETc); T3 (80% da ETc); T4 (60% da ETc) e T5 (40% da ETc).

Figura 5 - Lâminas bruta de irrigação aplicadas pelos tratamentos T1 (A), T2 (B), T3 (C), T4 (D) e T5 (E), com base em irrigação lateralmente alternada (PRD), a cada 15 dias, em mangueira 'Tommy Atkins'. Guanambi, BA, 2013.



T1 (irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% ETc); T2 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 50% da ETc na fase I); T3 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 50% da ETc na fase II); T4 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 50% da ETc na fase III); T5 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 75% da ETc na fase I); T6 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 75% da ETc na fase II) e T7 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 75% da ETc na fase III).

Figura 6 - Lâminas bruta de irrigação aplicadas pelos tratamentos T1 (A), T2 (B), T3 (C), T4 (D), T5 (E), T6 (F) e T7 (G), baseados em estratégia de irrigação com déficit controlado (RDI), em mangueira 'Tommy Atkins'. Guanambi, BA, 2013.

A equação 6 apresenta o cálculo da eficiência de uso da água obtido segundo Silva et al. (2009), adotado por Santos, 2012, para todos os tratamentos, considerando a produtividade e a lâmina bruta aplicada.

$$EUA = \frac{P_r}{LBA} \quad [6]$$

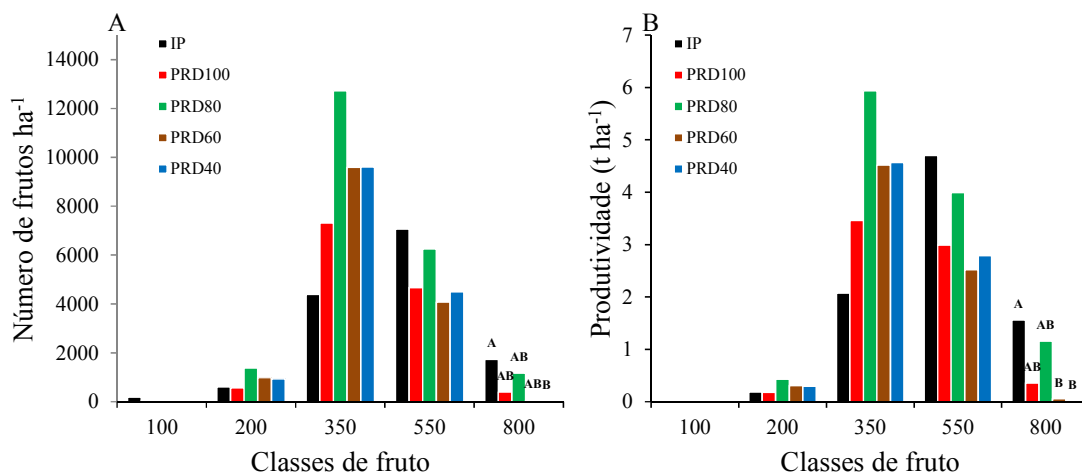
em que EUA é eficiência de uso da água ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ );  $P_r$ , produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); e LBA, lâmina bruta aplicada durante o ciclo da cultura (mm).

Após a colheita, os frutos foram selecionados por tratamento, contabilizados, pesados e classificados em cinco categorias de peso (EMBRAPA, 2009). A classificação estabelecida para manga é: 100 (100 a 200 g), 200 (201 a 350 g), 350 (351 a 550 g), 550 (551 a 800 g) e 800 ( $> 800$  g). A produtividade total, o número e o peso dos frutos e a produtividade dentro de cada faixa de classificação foram comparados para cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificação da significância das interações ou de efeitos independentes dos fatores testados. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estratégias de irrigação, irrigação lateralmente alternada, PRD, e irrigação convencional aplicadas em mangueira 'Tommy Atkins' por gotejamento não diferiram significativamente a 5% de probabilidade para quantidade de frutos por hectare e produtividade por classes de peso de frutos (Figura 5). No entanto, observa-se que apenas na classe de peso 800 ocorreu diferença, tendo as plantas sob irrigação plena expressado maiores quantidade de frutos e, conseqüentemente, produtividade dentro da referida classe. Apesar da classe de peso 350 apresentar número de frutos 189,57% e produtividade 187% maiores para o tratamento 3 em comparação à irrigação plena, o teste Tukey a 5% de probabilidade não indicou diferença. Para estas características os coeficientes de variação foram 58,09% e 57,77%, respectivamente, o que indica uma maior variação dos dados em torno da média. A maior produtividade dentro das classes 350 e 550 favorece a comercialização do produto, pois, além de ter ampla aceitação no mercado interno atendem aos padrões exigidos pelo mercado externo.

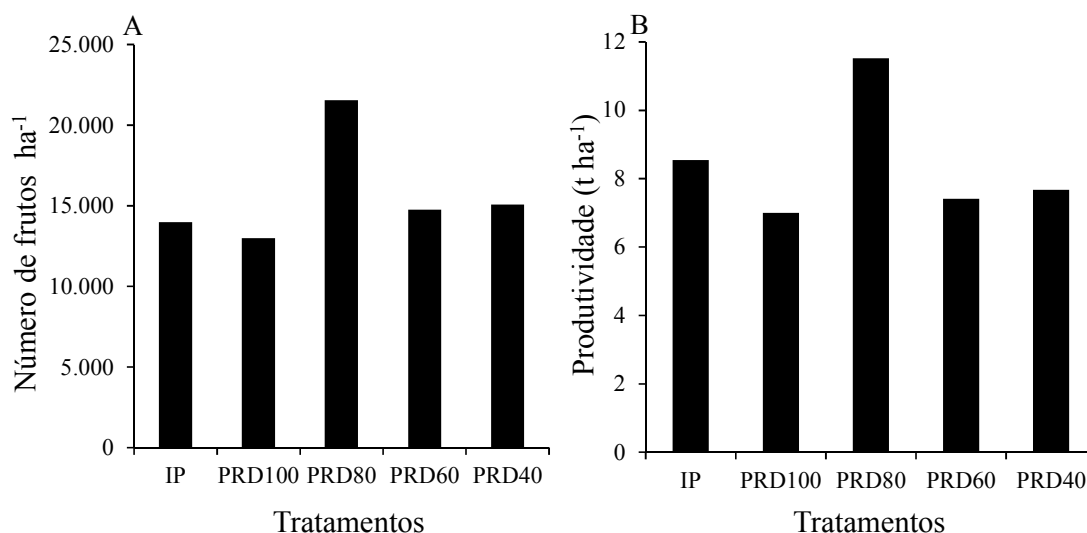


IP, (irrigação plena), PRD 40, 60, 80 e 100% da ETC, evapotranspiração do cultivo. Médias seguidas da mesma letra na barra do gráfico não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os coeficientes de variação - CV (%) para o número de frutos por classe foram 279,78; 87,11; 58,09; 47,56 e 144,00 e para produtividade por classe foram 253,97; 86,64; 57,77; 49,30 e 136,96.

Figura 5 - Número de frutos por hectare (A) e produtividade (B) por classes de peso de frutos de mangueira ‘Tommy Atkins’ sob irrigação lateralmente alternada, PRD, a cada 15 dias. Guanambi, BA, 2013.

A despeito da não ocorrência de diferenças significativas entre os tratamentos, a quantidade de frutos por hectare foi 54,09% e a produtividade 34,89% maior para o tratamento com irrigação lateralmente alternada de 80% da ETC, em comparação à irrigação plena, nas três fases avaliadas (Figura 6). Assim, cabe ressaltar que o uso da menor lâmina (40% da ETC), acarreta diminuição no custo de produção por utilizar menor quantidade de água e horas de bombeamento, aumentando a eficiência de uso da água e a rentabilidade para o produtor.

Teixeira et al. (2012) também encontraram resultados semelhantes. O efeito do secamento parcial do sistema radicular em mangueiras não evidenciou diferenças de produtividades entre os tratamentos com irrigação total e os de PRD. Contudo, esses autores constataram aumentos de produtividade entre os tratamentos PRD, o que concorda com o encontrado no presente trabalho. Amorim et al. (2010), analisando o déficit hídrico com molhamento parcial do sistema radicular (PRD), também em mangueiras, não observaram influência nas variáveis de produção, no entanto, constataram que a maior produtividade alcançada ocorreu no tratamento que recebeu 50% da lâmina real aplicada em apenas um dos lados ao longo do ciclo. Por outro lado, Spreer et al. (2009) observaram em anos secos um maior desempenho em áreas submetidas à PRD.

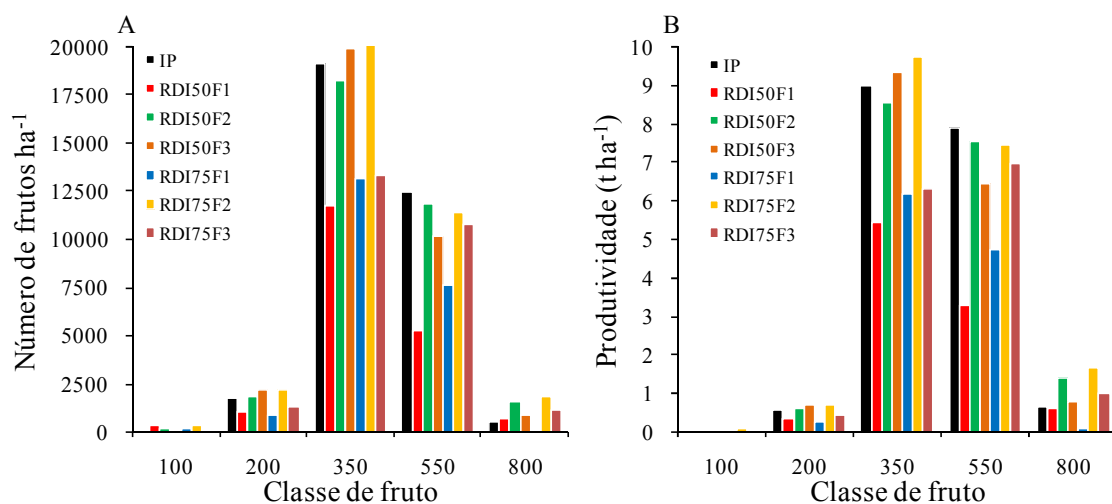


IP (irrigação plena), PRD 40, 60, 80 e 100% da ETC, evapotranspiração do cultivo. Os coeficientes de variação – CV (%) para o número total de frutos e produtividade total foram 49,00 e 47,37, respectivamente.

Figura 6 - Número de frutos por hectare (A) e produtividade (B) de mangueira 'Tommy Atkins' com irrigação lateralmente alternada, PRD, a cada 15 dias. Guanambi, BA, 2013.

Não ocorreram diferenças significativas entre as médias de produtividade nas classes de peso dos frutos para mangueiras 'Tommy Atkins' com manejo de irrigação por déficit controlado, RDI (Figura 7). Contudo, as classes 350 e 550 apresentaram maior número de frutos e, conseqüentemente, maior produtividade. A maior produtividade dentro destas classes favorece a comercialização do produto, pois, além de ter ampla aceitação no mercado interno estão dentro dos padrões exigidos pelos mercados Europeus e Americano. Estes resultados acordam com Cotrim (2009) e Santos (2012), que encontraram frutos variando de 321 a 530g e 300 a 600g, respectivamente.

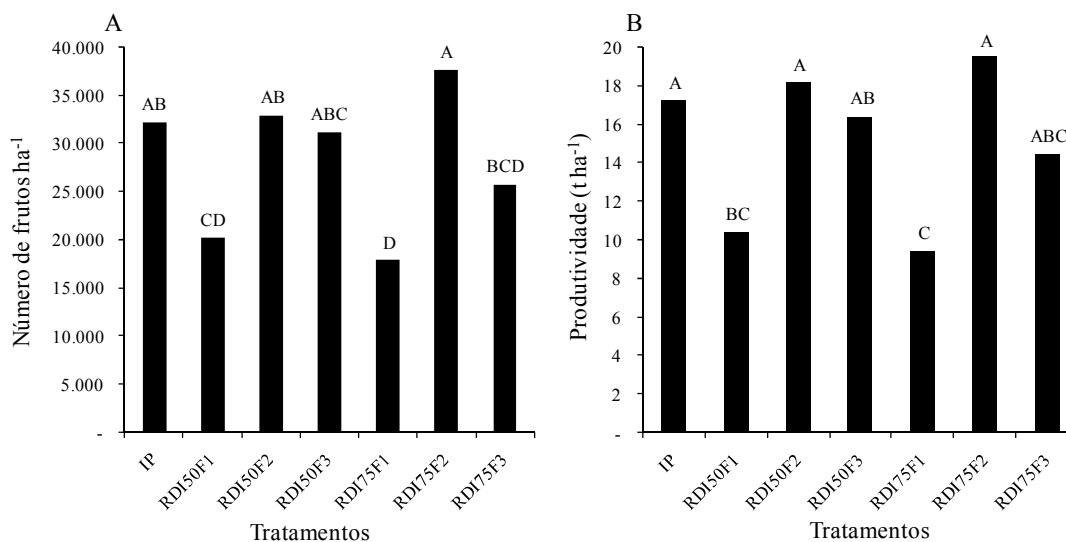
Dos resultados, depreende-se que o uso da irrigação com déficit controlado com 50% e 75% da ETc na expansão e maturação fisiológica dos frutos de mangueira 'Tommy Atkins' (Fases II e III), atendem a demanda dos mercados consumidores, já que expressam melhores classes de peso dos frutos.



T1 (IP, irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% da ETc); T2 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 50% da ETc na fase I); T3 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 50% da ETc na fase II); T4 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 50% da ETc na fase III); T5 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 75% da ETc na fase I); T6 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 75% da ETc na fase II) e T7 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 75% da ETc na fase III). Os coeficientes de variação – CV (%) para o número de frutos por classe foram 181,89; 71,50; 39,12; 38,54 e 147,09 e para produtividade por classe foram 177,86; 60,41; 38,65; 40,47 e 145,93.

Figura 7 - Número de frutos por hectare (A) e produtividade (B) por classes de pesos de frutos de mangueira 'Tommy Atkins' sob irrigação com déficit controlado, RDI. Guanambi, BA, 2013.

Os efeitos dos tratamentos na produção e em seus componentes foram analisados considerando-se a safra total. A análise de variância indicou significância para os diferentes regimes hídricos, ou seja, as produtividades e a quantidade total de frutos por hectare foram influenciadas pelas estratégias RDI propostas (Figura 8). A irrigação com déficit controlado a 50 e 75% da ETc na fase de pagamento dos frutos (FI) causa redução significativa de 37,47% e 44,66% no número de frutos e de 39,58% e 45,29% na produtividade de mangueiras 'Tommy Atkins', quando comparadas ao tratamento com irrigação total (100% da ETc).



T1 (IP, irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% ETc); T2 (irrigação plena, 100% ETc nas fases II e III e 50% da ETc na fase I); T3 (irrigação plena, 100% ETc nas fases I e III e 50% da ETc na fase II); T4 (irrigação plena, 100% ETc nas fases I e II e 50% da ETc na fase III); T5 (irrigação plena, 100% ETc nas fases II e III e 75% da ETc na fase I); T6 (irrigação plena, 100% ETc nas fases I e III e 75% da ETc na fase II) e T7 (irrigação plena, 100% ETc nas fases I e II e 75% da ETc na fase III). Médias seguidas da mesma letra na barra do gráfico não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os coeficientes de variação – CV (%) para o número de frutos e produtividade total foram 27,53 e 28,20, respectivamente.

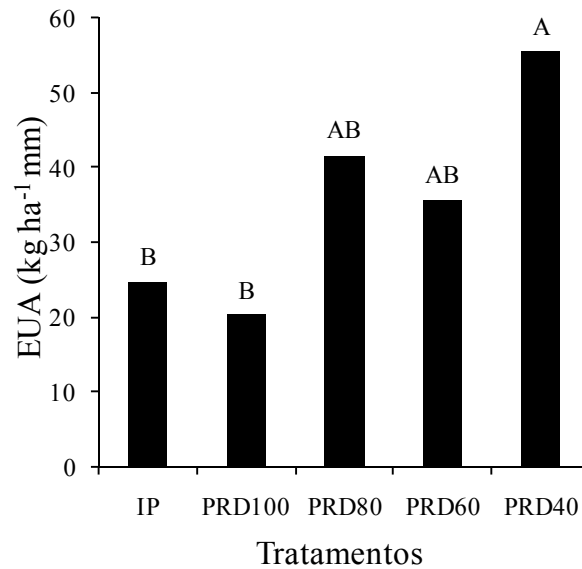
Figura 8 - Número de frutos por hectare (A) e produtividade (B) de mangueira 'Tommy Atkins' sob irrigação com déficit controlado, RDI. Guanambi, BA, 2013.

Por outro lado, a RDI com 50 e 75% da ETc na fase de expansão do fruto (FII), assim como na fase de maturação fisiológica (FIII) não causa redução na produção. Este comportamento possivelmente ocorreu, porque a fase que se estende do final do crescimento à maturação fisiológica dos frutos é menos sensível ao déficit hídrico comparado às outras fases em que se aplicou redução da irrigação. Resultado semelhante foi encontrado por Teixeira et al. (2012) no período compreendido entre floração e pegamento de frutos em mangueiras 'Palmer', o que demonstra uma maior sensibilidade das plantas nessa fase ao estresse hídrico do solo, pois a redução de 45% da lâmina bruta causou baixa produtividade.

Ao comparar as médias de produtividades dos tratamentos 6 (RDI 75% FII), e do tratamento com irrigação total observa-se semelhança estatística, embora haja uma diferença percentual de 13,54% maior na produtividade do tratamento com déficit. A estratégia de manejo da irrigação com a menor lâmina incide em economia de água e energia, o que contribui para decréscimo no custo de produção. Este aumento percentual de produção pode ser considerável na comercialização dos frutos em épocas de entressafras, com concentração dos melhores preços pagos pela fruta.

Os resultados encontrados no presente trabalho divergem dos reportados por Cotrim et al. (2011), que trabalhando com mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas à irrigação com déficit controlado não observaram diferenças significativas a 5% de probabilidade na produtividade do pomar entre tratamentos com 100, 80, 60, 40 e 30% da ETc, sob sistemas de microaspersão e gotejamento. O autor justificou o resultado pela ascensão do lençol freático na área em estudo, o que inviabilizou o efeito das lâminas aplicadas. Contudo, a variabilidade elevada inerente à característica também pode contribuir para a explicação, pois as produtividades variaram 77,87% para a microaspersão (Tratamento 60% da ETc e sem irrigação) e 31,02% no gotejamento (Tratamento 100% da ETc e sem irrigação). Silva et al. (2009) relatam uma maior produtividade em mangueiras irrigadas com 90% da ETc, quando comparado com plantas submetidas a irrigação total. Spreer et al. (2009) afirmam que as estratégias de irrigação com déficit controlado podem resultar em economia de quantidades consideráveis de água sem afetar o rendimento da cultura, possivelmente devido ao aumento no peso médio dos frutos.

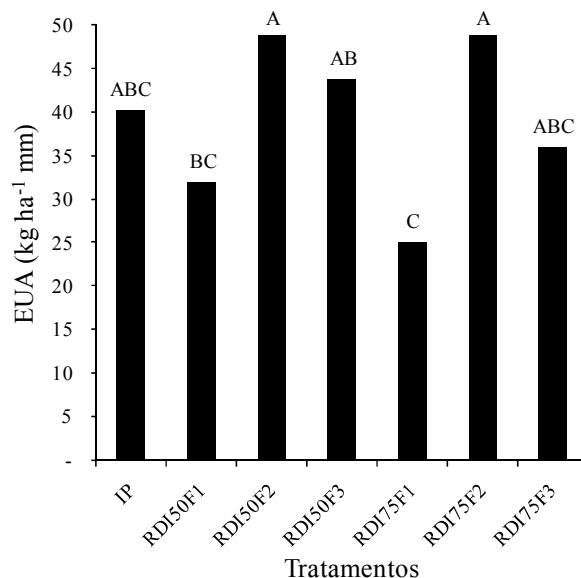
O manejo da irrigação PRD e RDI influenciam a eficiência de uso da água pela mangueira 'Tommy Atkins', Figuras 9 e 10, respectivamente. Considerando a média das lâminas de irrigação pelo manejo PRD, verifica-se um aumento da eficiência de uso da água no tratamento 40% da ETc em comparação com o tratamento de irrigação plena. Apesar dos tratamentos usados com a PRD não diferirem para o número de frutos e produtividade, o uso da PRD com 40% da ETc possibilita maior eficiência de uso da água, com conseqüente aumento da rentabilidade para o produtor e do uso racional da água, em consonância com a atual relação sociedade natureza.



IP, irrigação plena, PRD 40, 60, 80 e 100% ETC, evapotranspiração do cultivo. Médias seguidas da mesma letra na barra do gráfico não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. O coeficiente de variação – CV (%) para EUA sob irrigação PRD foi de 45,61.

Figura 9 - Eficiência de uso da água (EUA) da mangueira 'Tommy Atkins' sob irrigação lateralmente alternada (PRD), a cada 15 dias. Guanambi, BA.

A eficiência de uso da água foi influenciada pelos tratamentos. Ao analisarmos a Figura 10, observa-se diferenças entre os tratamentos RDI 50% e 75% da ETC aplicados durante o desenvolvimento dos frutos em comparação aos tratamentos com as mesmas lâminas porém, impostos durante a fase de florescimento. Considerando a média dos tratamentos, as mais adequadas eficiências de uso da água pela cultura da mangueira são observadas quando se adota o uso da RDI com 50% e 75% da ETC na segunda fase de desenvolvimento dos frutos da mangueira. Para esta fase a economia de água com o uso da RDI, com 50% e 75% da ETC é de 13,4% e 6,7%, respectivamente, quando comparado com a irrigação plena. O uso da RDI, com 50% e 75% da ETC na fase de florescimento (T2 e T5) expressam valores mais baixos de EUA o que reforça a maior sensibilidade da mangueira na fase do florescimento a baixos índices de irrigação.



T1 (IP, irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos, 100% da ETc); T2 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 50% da ETc na fase I); T3 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 50% da ETc na fase II); T4 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 50% da ETc na fase III); T5 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases II e III e 75% da ETc na fase I); T6 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e III e 75% da ETc na fase II) e T7 (irrigação plena, 100% da ETc nas fases I e II e 75% da ETc na fase III). Médias seguidas da mesma letra na barra do gráfico não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. O coeficiente de variação – CV (%) para EUA sob irrigação RDI foi de 22,83.

Figura 10 - Eficiência de uso da água (EUA) da mangueira 'Tommy Atkins' sob irrigação com déficit controlado (RDI).

Diante dos resultados, verifica-se que a RDI possibilita resultados satisfatórios, tanto na economia de água como na maximização da produtividade. Isso também foi verificado por Santos (2012) que ressalta o uso de lâmina RDI de 50% da ETc mais eficaz para aumento da EUA. Efeitos idênticos, com diferentes regimes de irrigação, foram demonstrados por Spreer et al. (2009) que encontraram maior eficiência de uso da água em mangueiras submetidas à irrigação deficitária de 30 a 50%. Estes dados diferiram dos de Silva et al. (2009) que apesar de observarem maiores valores de EUA para lâmina reduzida, esta redução foi menor (90% ETc), em comparação com o presente trabalho. Cotrim et al. (2011) apesar de não ter encontrado diferença significativa de produtividade e número de frutos evidenciou um aumento na eficiência de uso da água na lâmina de 60% da ETc.

#### 4. CONCLUSÕES

Manejo de irrigação com PRD e RDI apresentou maiores produtividades e números de frutos nas classes de peso de 350 e 550 g.

As fases de expansão e maturação fisiológica do fruto são mais apropriadas para aplicação da RDI com 50% e 75% da ETc sem prejuízo à produtividade na cultura da mangueira e com maior eficiência do uso da água.

A estratégia de irrigação lateralmente alternada, PRD a cada 15 dias com 40% da ETc, proporciona maior EUA na mangueira.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

AMORIM, M.S.; COELHO, E.F.; DANIEL, R. Produtividade de frutos de mangueira sob irrigação com o uso de técnicas PRD. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 4, 2010, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 190. (Documentos, 190).

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 136 p.

AZEVEDO, P.V.; BEZERRA, J.R.C.; SILVA, V.P.R. Evapotranspiration and water-use efficiency of irrigated colored cotton cultivar in semiarid regions. **Agricultural Sciences**, v. 3, n. 5, p. 714-722, 2012.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

COSTA, M.E.; CALDAS, A.V.C.; OLIVEIRA, A.F.M.; GURGEL, M.T.; SILVA, R.M. Caracterização nutricional da mangueira ‘Tommy Atkins’ em função da adubação nitrogenada. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 16-22, 2011.

COTRIM, C.E. **Otimização da irrigação localizada em pomares de manga no semiárido baiano**. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

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 semiarid. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1052-1053, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PECUÁRIA ABROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GOODWIN, I.; BOLAND, A.M. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. In: **Deficit irrigation practices**. Roma: FAO, 2000. p. 67-78. (Water Reports, 22).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ba&tema=lavourapermanente>> Acesso: 04 mar. 2014.

McCARTHY, M.G. Regulated deficit irrigation and partial root zone drying as irrigation management techniques for grapevines. In: **Deficit irrigation practices**. Roma: FAO, 2000. p. 79-87. (Water Reports, 22).

MOUCO, M.A.C.; ALBUQUERQUE, J.A.S. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. **Bragantia**, v. 4, n. 2, p. 219-225, 2005.

PAÇO, M.T.G.A. **Modelação da evapotranspiração em cobertos descontínuos. Programação da rega em pomar de pessegueiro**. 2003. 227 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2013.

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

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, n. 3, p. 7-16, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R. Gas exchanges of ‘Tommy’ mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1141-1153, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 362-369, 2014.

SILVA, V.P.R.; AZEVEDO, P.V.; SILVA, B.B. Estimativa da evapotranspiração da mangueira com base no balanço hídrico do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 456-462, 2001.

SILVA, V.P.R.; CAMPOS, J.H.B.C.; AZEVEDO, P.V. Water-use efficiency and evapotranspiration of mango orchard grown in northeastern region of Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 120, p. 467-472, 2009.

SPREER, W.; ONGPRASERT, S.; HEGELE, M.; WUNSCHE, 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, J.C.; COELHO, E.F.; OLIVEIRA, P.M.; OLIVEIRA, R.C.; SILVA, T.S.M.; GOMES FILHO, O. Manejo de água da mangueira 'palmer' com uso de regulação de déficit de irrigação nas condições do norte de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012.

## ARTIGO 2 - MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' NO SEMIÁRIDO BAIANO

RESUMO: O uso de estratégias de manejo da irrigação para indução floral da mangueira no semiárido baiano ainda requer informações para diminuir problemas correntes, como incerteza na diferenciação da gema se vegetativa ou florífera e distúrbios fisiológicos por descontrole na intensidade do estresse hídrico. O uso de lâminas de irrigação reduzidas em relação à evapotranspiração de cultivo que não comprometa a atividade fisiológica da mangueira pode constituir alternativa viável para aperfeiçoar o manejo da indução floral. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar estratégias de redução de lâminas de irrigação para manejo adequado da indução floral e produção da mangueira 'Tommy Atkins', em região do semiárido baiano. O experimento foi conduzido em Guanambi, BA, num Neossolo Flúvico Eutrófico. Utilizaram-se cinco tratamentos, estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ET<sub>c</sub>, aplicados em duas fases de desenvolvimento, FI - floração e FII - frutificação: T1 (0% da ET<sub>c</sub>, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ET<sub>c</sub> na FI e 100% na FII), T3 (50% da ET<sub>c</sub> na FI e 100% na FII), T4 (75% da ET<sub>c</sub> na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ET<sub>c</sub> em FI e FII), dispostos num delineamento experimental em blocos casualizados, com seis repetições. As taxas de fotossíntese e de transpiração de mangueira 'Tommy Atkins' nas fases de florescimento e frutificação são maiores às 8:00 que às 14:00 horas, independentemente das estratégias de redução de lâminas de irrigação utilizadas. Estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral conduzem a menores valores de fotossíntese, transpiração e de potencial hídrico foliar da mangueira 'Tommy Atkins' na fase de florescimento. As características produtivas não foram influenciadas pelas estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins', apenas pelos ciclos avaliados. As estratégias de redução de lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração do cultivo, ET<sub>c</sub>, T1 (0% da ET<sub>c</sub>, sem irrigação na FI e 100% na FII) e T2 (25% da ET<sub>c</sub> na FI e 100% na FII), são adequadas ao processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins'.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangifera*. Manejo da Irrigação. Déficit Controlado.

## IRRIGATION MANAGEMENT IN FLORAL INDUCTION IN THE MANGO TREE 'TOMMY ATKINS' NO SEMIARID BAIANO

**ABSTRACT:** Little information is available on irrigation management strategies for floral induction in mango trees in the Bahia semiarid. Problems such as difficulty in differentiating a vegetative bud from a floral bud and physiological disorders due to lack of control of water stress intensity remain to be addressed. The use of reduced irrigation depths based on crop evapotranspiration, without compromising the physiological activity of the mango tree, may be a viable alternative to improve floral induction management. Thus, the aim of this work was to evaluate strategies for reducing irrigation depths for proper management of floral induction and production of 'Tommy Atkins' mango trees in the semiarid region of Bahia. The experiment was conducted in Guanambi - BA, in a Fluvic Neosol Eutrophic soil. Five treatments were used, i.e., strategies for reducing irrigation depths based on crop evapotranspiration (ETc). The treatments were applied at two fruit development stages, SI-flowering and S2-fruit production: T1 (0% ETc, no irrigation at SI and 100% ETc at SII); T2 (25% ETc at SI and 100% ETc at SII); T3 (50% ETc at SI and 100% ETc at SII); T4 (75% ETc at SI and 100% ETc at SII); and T5 (100% ETc at SI and SII). The experiment was arranged in a randomized complete block design with six replications. The photosynthesis and transpiration rates of the 'Tommy Atkins' mango tree in the flowering and fruit production stages are higher at 8:00 am than at 2:00 pm, regardless of the reduced water depth strategies used. Strategies for reducing irrigation depths in the floral induction process lead to lower values of photosynthesis, transpiration, and leaf water potential of the 'Tommy Atkins' mango trees at the flowering stage. The productive characteristics were not influenced by the strategies to reduce irrigation depth in the floral induction process of 'Tommy Atkins' mango trees, only by the cycles evaluated. The strategies for reducing irrigation depths based on crop evapotranspiration, ETc, T1 (0% ETc without irrigation at SI and SII at 100%) and T2 (25% ETc at SI and SII at 100%) are appropriate to the process of floral induction of 'Tommy Atkins' mango trees.

**KEYWORDS:** *Mangifera*. Irrigation Management. Regulated Deficit.

## 1. INTRODUÇÃO

A mangueira pertence à família Anacardiaceae, gênero *Mangiferae* sua espécie, *Mangifera indica* L. é a mais explorada comercialmente. No Brasil, a mangueira é cultivada em todas as regiões, especialmente no semiárido do Nordeste, que possui excelentes condições para o seu desenvolvimento e produção. A região Nordeste tornou-se a maior produtora, 66,54% da produção brasileira em 2012, um milhão cento e setenta e cinco mil toneladas, e exportadora da fruta, com destaque para o estado da Bahia, segundo produtor, responsável por 54% da produção (IBGE, 2014) e o maior exportador de frutas do Brasil (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2013).

O clima seco do semiárido brasileiro, os altos índices de insolação durante grande parte do ano, associados às técnicas de manejo de irrigação e floração permitem a obtenção de ciclos sucessivos de produção, colheitas em qualquer época do ano e produtividade acima da média nacional (LEITE; ALVES, 2010).

Diante da expansão da mangicultura, pesquisadores na região do semiárido baiano tem empreendido estudos para aprimorar a aplicação de práticas de manejo da irrigação associadas ao processo de indução do florescimento (FONSECA et al., 2005; CARDOSO et al., 2007; COELHO et al., 2008; COTRIM et al., 2011; REIS et al., 2011), visando melhorar a produtividade e qualidade do fruto na região durante a entressafra. A intensificação da prática da irrigação configura uma posição estratégica de grande alcance para aumentar a oferta de produtos destinados ao mercado interno, consolidar a afirmação comercial do Brasil no mercado internacional e melhorar os níveis de produção, produtividade, renda e emprego no meio rural (COTRIM, 2009).

No sistema de produção de manga no semiárido, o déficit hídrico já é utilizado como indutor do florescimento da mangueira (BASSOI, 2012). No entanto, as estratégias de manejo da irrigação baseadas no déficit controlado muitas vezes têm sido empregadas de forma empírica, acarretando diversos problemas, como ausência de diferenciação da gema vegetativa em inflorescência e distúrbios fisiológicos por descontrole do estresse hídrico. O manejo baseado no déficit hídrico quando bem empregado pode aumentar a eficiência de uso da água, melhorando a produtividade e qualidade do fruto sem efeitos negativos em longo prazo (SPREER et al., 2009).

O uso da técnica de redução da irrigação tem sido estudada em diferentes culturas por diversos autores, (GONZÁLEZ et al., 2009; SILVA et al., 2009; BASSOI et al., 2011; COTRIM et al., 2011; SANTOS; MARTINEZ, 2013), no entanto, informações ainda são escassas a respeito do estresse hídrico no período da indução floral em mangueiras, permanecendo a dúvidas sobre qual a estratégia de redução da irrigação mais adequada sem ocorrência de prejuízos ao cultivo.

O período ideal para se aplicar o estresse hídrico é variável entre regiões, de acordo com as suas condições edafoclimáticas. Isso justifica a realização desses estudos nos diferentes polos produtores de manga.

O estresse hídrico tem como impacto primário paralisar o crescimento e evitar a emissão de fluxos vegetativos na mangueira. Sua utilização na indução floral diminui a síntese de giberelinas, considerado um promotor de crescimento. Também o fato do estresse hídrico apressar a maturação dos ramos vincula-o diretamente à produção de etileno, que é o hormônio responsável pela maturação dos órgãos da planta (SANTOS, 2012). Esta prática permite uma maturação mais rápida e mais uniforme dos ramos. Assim, em tese a água não deve ser suspensa totalmente, pois a planta necessita continuar fotossintetizando e acumulando reservas sem vegetar (ALBUQUERQUE et al., 1999).

Independente da estratégia utilizada para indução floral se estresse hídrico ou regulador de crescimento, a temperatura exerce grande influência sobre o florescimento e frutificação da mangueira, e pode condicionar reversão de ramos vegetativos a generativos e vice versa. Plantas expostas a temperaturas altas (30°C dia/25°C noite) no período de iniciação do broto dão origem a ramos vegetativos, enquanto temperaturas mais amenas, entre 10°C e 18°C, promovem o desenvolvimento de gemas reprodutivas (NUÑEZ-ELISEA et al., 1996).

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de subsidiar uma adequação racional do manejo da irrigação no processo de indução floral de mangueiras no semiárido baiano e contribuir para a racionalização do uso da água na agricultura. Os estudos foram fundamentados em aspectos meteorológicos, fisiológicos e fitotécnicos da planta e físicos do solo. Adicionalmente, visa gerar informações para possibilitar o gerenciamento e a aplicabilidade de técnicas adequadas em sistemas produtivos irrigados, buscando adaptar estratégias de manejo de irrigação que permitam garantir sustentabilidade dos sistemas produtivos e dos recursos hídricos disponíveis para irrigação (TEIXEIRA et al., 2012), em fase com as demandas da sociedade atual.

A utilização de estratégias de irrigação com lâminas reduzidas, que não comprometam a atividade fisiológica da mangueira, pode aperfeiçoar o manejo da indução floral e proporcionar produtividades adequadas com menores custos ambientais e de produção. Dessa maneira, objetivou-se com o presente trabalho avaliar estratégias de redução de lâminas de irrigação para o manejo adequado da indução floral e produção da mangueira 'Tommy Atkins', em região do semiárido baiano.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2012 e 2013 em um pomar de *Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins, com 16 anos de idade, cultivadas com espaçamento de 8 x 8 m, num Neossolo Flúvico Eutrófico, localizado em gleba experimental da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF). A altitude é de 530 m acima do nível do mar, com coordenadas geográficas 14°17'26" de latitude sul e 42°42'50" de longitude oeste.

As estratégias de manejo da irrigação foram aplicadas com déficit controlado no período de indução floral e retorno de 100% da irrigação no período de frutificação. O sistema de irrigação utilizado foi do tipo localizada com um microaspersor por planta, com vazão de 48 L h<sup>-1</sup> à pressão de 150 KPa, distanciado 40 cm do tronco da árvore, dotado de várias linhas de distribuição, o que permitiu aplicação de diferentes lâminas de irrigação no pomar.

Os atributos físico-hídricos do solo da área experimental foram determinados segundo Embrapa (1997) e constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físico-hídricas do solo da área em estudo. Guanambi, BA.

Camada m	Areia		Silte	Argila	Massa específica do solo kg dm <sup>-3</sup>	Massa específica das partículas kg dm <sup>-3</sup>	Umidade do solo	
	Grossa	Fina					10 KPa	1500 KPa
	g kg <sup>-1</sup>					m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		
0,00 - 0,25	80	410	270	240	1,62	2,51	0,43	0,15
0,25 - 0,50	50	430	280	240	1,38	2,58	0,37	0,12
0,50 - 0,75	10	760	120	110	1,34	2,62	0,19	0,05
0,75 - 1,00	0	160	520	320	1,31	2,66	0,54	0,16

Os valores diários de temperatura máxima e mínima, umidade relativa média, velocidade do vento e precipitação registrados na área, durante os dois ciclos de produção avaliados constam nas Figuras 1 e 2.

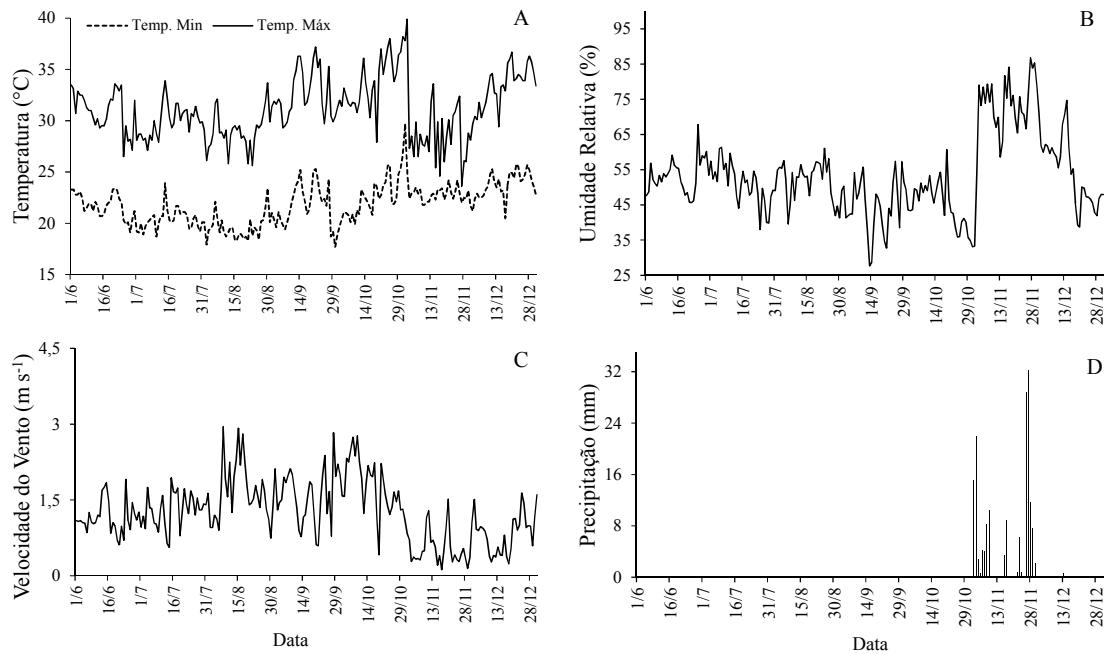


Figura 1 - Temperatura máxima (Temp. Máx) e temperatura mínima (Temp. Mín) (A), umidade relativa média do ar (B), velocidade média do vento (C) e precipitação (D) durante o primeiro ciclo de avaliação, 01/06/2012 a 30/12/2012. Guanambi, BA.

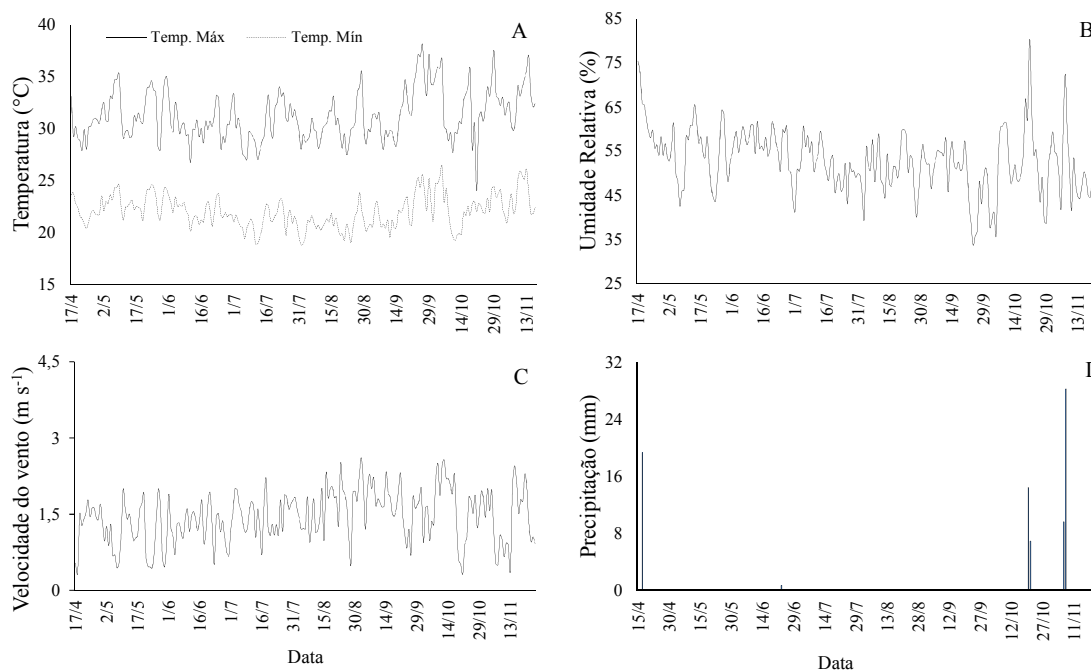


Figura 2 - Temperatura máxima (Temp. Máx) e temperatura mínima (Temp. Mín) (A), umidade relativa média do ar (B), velocidade média do vento (C) e precipitação (D) durante o segundo ciclo de avaliação, 17/04/2013 a 25/11/2013. Guanambi, BA.

Durante o período de condução do experimento foram consideradas técnicas de manejo de cultivo adotadas nos Perímetros Públicos de Irrigação do semiárido. As plantas foram podadas com o objetivo de estimular a brotação de gemas axilares, multiplicando assim o número de brotações. O manejo nutricional foi realizado de acordo às necessidades das mangueiras, de maneira a proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento. No primeiro ciclo de cultivo as plantas foram adubadas com 100 g de MAP (fosfato monoamônico), 350 g ureia, 150 g de cloreto de potássio, 60 g de FTE, 250 g de sulfato de zinco e 27,4 kg de esterco bovino por planta. No segundo ciclo, baseado em análises foliares, repetiram-se as mesmas adubações, além de duas aplicações foliares de sulfato de zinco ( $40 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$ ).

Até o momento em que a planta emitiu o segundo fluxo vegetativo, durante o primeiro ciclo, o manejo da irrigação foi conduzido diariamente, com lâminas de irrigação de 100% da evapotranspiração do cultivo, ETc. A paralisação do crescimento, da mangueira, estresse químico, foi realizado aplicando um regulador de crescimento sistêmico do grupo dos triazóis, conhecido como Paclobutrazol (PBZ), cujo mecanismo de ação é inibidor da síntese de giberelinas. O PBZ tem sido utilizado para estimular a

floração, promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação. A dosagem aplicada foi de 0,5 g do princípio ativo por metro linear de diâmetro da copa. Essa dosagem reduzida em 50% da recomendação usual foi utilizada devido ao estado de estresse da planta por sucessivas aplicações do produto em safras anteriores e também devido ao ano mais seco, caracterizado por baixa umidade relativa, temperaturas elevadas que caracterizam condições estressantes. O regulador de crescimento foi diluído em dois litros de água e distribuído no solo em pequenos sulcos abertos ao redor do tronco da mangueira.

A irrigação permaneceu total (100% da ETc) durante o tempo de absorção do produto pela planta. Em seguida foram aplicados os tratamentos de estratégias de redução da lâmina de irrigação baseada na ETc que permaneceu durante o período de estresse hídrico programado no manejo da indução floral, ou seja, até que 60% das plantas estivessem floridas (Figura 3). Pulverizações com nitrato de cálcio (dosagem de 2,5% em intervalos de sete dias) foram iniciadas 35 dias após a aplicação do PBZ com a finalidade de quebrar a dormência das gemas e induzir uma floração uniforme.



Figura 3 - Florescimento de mangueiras 'Tommy Atkins' da área experimental. Guanambi, BA, 2013.

No segundo ciclo o manejo da indução do florescimento foi conduzido apenas com o efeito do estresse hídrico, sem uso de estresse químico, com regulador de crescimento, PBZ. Esse manejo também usado em alguns lotes produtivos do perímetro acelera e uniformiza a maturação dos ramos, estimulando a floração. Os tratamentos foram aplicados nesta mesma fase como descrito no primeiro ciclo, acrescido de três pulverizações de nitrato de cálcio (dosagem de 2,5% em intervalos de sete dias),

iniciadas quando as plantas apresentavam folhas quebradiças e epinastia dos ramos terminais, evidências morfológicas do estresse, com o objetivo de quebrar a dormência das gemas.

Utilizaram-se cinco tratamentos, estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc: T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII), dispostos em um delineamento experimental em blocos casualizados, com seis repetições e uma planta útil por parcela experimental. As lâminas foram reduzidas a partir de 100% da evapotranspiração diária da cultura durante o período de indução do florescimento (FI) e retorno de 100% durante a fase de frutificação (FII), nos dois ciclos de produção.

A diferenciação das estratégias de redução de lâminas foi obtida alterando o tempo de irrigação a partir do controle de válvulas inseridas nas tubulações de cada tratamento (Figura 4). Essas lâminas foram obtidas a partir dos dados de evapotranspiração de referência (ETo), coeficiente de cultura (Kc) e coeficiente de localização (Kl).



Figura 4 - Sistemas de válvulas para controle das lâminas de irrigação nos dois ciclos de cultivos. Guanambi, BA, 2012 e 2013.

A evapotranspiração de referência foi determinada indiretamente pelo método de Penman-Monteith, padrão FAO Boletim 56 (ALLEN et al., 1998), a partir de dados coletados em uma estação meteorológica local, instalada ao lado do pomar. Os valores de

radiação solar foi estimado através da equação de Hargreaves (ALLEN et al., 1998) devido à falta de dados de insolação real não medido pela estação. Esta equação considera a temperatura máxima e mínima, a radiação extraterrestre e o fator kRs que considera a localização.

Os valores do Kc utilizados no cálculo da evapotranspiração da cultura nos dois ciclos de cultivo variaram de 0,3 a 0,8 em função da fase fenológica, conforme recomendação de Simão et al. (2004), também utilizado por Reis et al. (2011), para a região semiárida (Tabela 2). Esta recomendação foi utilizada devido os tratamentos serem empregados no período de indução do florescimento.

Tabela 2 - Valores sugeridos de Kc para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da mangueira

Fase	Estágio de desenvolvimento	Duração (dias)	Kc
Produção	Indução floral - PBZ	90 - 120	0,75 - 0,85
	Indução floral - NO <sub>3</sub>	15	0,20 - 0,30
	Floração + frutificação	105	0,80 - 0,90
	Colheita + preparo p/ próxima safra	45	0,50 - 0,60
	Desenvolvimento dos ramos	70 - 90	0,60 - 0,70
	Indução floral - PBZ	90 - 120	0,75 - 0,80

Fonte: Simão et al. (2004).

O coeficiente de localização (K<sub>l</sub>) foi calculado conforme Fereres (1981), descrito por Bernardo et al. (2006), analisando a área sombreada pela planta e molhada pelo microaspersor, prevalecendo sempre o maior valor (Equações 1, 2 e 3).

$$K_l = 1 \quad \text{Se, } P \geq 65\% \quad [1]$$

$$K_l = 0,0109 P + 0,30 \quad \text{Se, } 20\% < P < 65\% \quad [2]$$

$$K_l = 0,0194 P + 0,1 \quad \text{Se, } P \leq 20\% \quad [3]$$

em que P é percentagem da área molhada ou sombreada (%), prevalecendo o maior valor.

A equação 4 foi utilizada para determinar a evapotranspiração da cultura e posteriormente, para o cálculo das lâminas de irrigação de cada tratamento.

$$ET_c = ET_0 K_c K_l \quad [4]$$

em que  $ET_c$  é evapotranspiração da cultura,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $ET_o$ , evapotranspiração de referência,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $K_c$ , coeficiente de cultura, adimensional; e  $K_l$ , coeficiente de localização, adimensional (ALLEN et al., 1998).

O tempo de irrigação ( $T_i$ ) em horas, utilizado para cada tratamento, foi calculado através da equação 5, recomendada por Goodwin e Boland (2000) e adotada por Cotrim et al. (2011), Santos et al. (2013 e 2014) e Santos e Martinez (2013), considerando a eficiência de aplicação de 0,90.

$$T_i = \frac{ET_c R_p E_1 E_2}{n_e q E_a} \quad [5]$$

em que  $T_i$  é tempo de irrigação ( $\text{h dia}^{-1}$ );  $R_p$ , reposição da  $ET_c$  para cada tratamento (decimal);  $E_1$ , espaçamento entre fileiras de plantas (m);  $E_2$ , espaçamento entre plantas dentro da fileira (m);  $n_e$ , quantidade de emissores por planta;  $q$ , vazão do emissor ( $\text{L h}^{-1}$ ); e  $E_a$ , eficiência de aplicação (decimal).

Estas determinações foram realizadas utilizando o software IRRIMANGA, ferramenta computacional para obtenção da evapotranspiração e cálculo do tempo de irrigação para o manejo da cultura da manga (SANTOS, 2012).

As precipitações que ocorreram na área experimental foram quantificadas e descontadas da evapotranspiração da cultura para obtenção do tempo de irrigação.

A demanda hídrica da mangueira foi suprida por meio da irrigação nos dois ciclos da cultura, utilizando-se o sistema de microaspersão, conforme Figuras 5 e 6. Observa-se que no primeiro ano de cultivo o retorno da irrigação com 100% da  $ET_c$  ocorreu no dia 17 de julho enquanto que para o segundo ciclo de cultivo ocorreu no dia 11 de julho.

Durante o período experimental a umidade do solo foi monitorada diariamente. Uma mangueira (unidade experimental) foi selecionada de cada tratamento e nas profundidades de 0,125; 0,375; 0,625 e 0,875 m foram instalados sensores de umidade tipo “guia de onda”, representando as camadas do solo de 0,00 – 0,25; 0,25 – 0,50; 0,50 – 0,75 e 0,75 – 1,00 m. Os sensores foram inseridos nas paredes de trincheiras abertas a um metro do tronco da planta, de maneira a não sofrer interferência de possíveis alterações na densidade do solo no interior da trincheira. A coleta dos dados foi realizada manualmente por meio de um computador portátil conectado a um equipamento de “Time Domain Reflectometry” (TDR), alimentado por uma bateria de

12 v. Os equipamentos eram transportados para o local das leituras por um carro construído e adaptado para locomoção entre as mangueiras. As leituras das constantes dielétricas do solo ( $K_a$ ) medidas pelo TDR eram registradas em cadernetas de campo em três períodos do dia, antes da irrigação, depois da irrigação e ao final do dia.

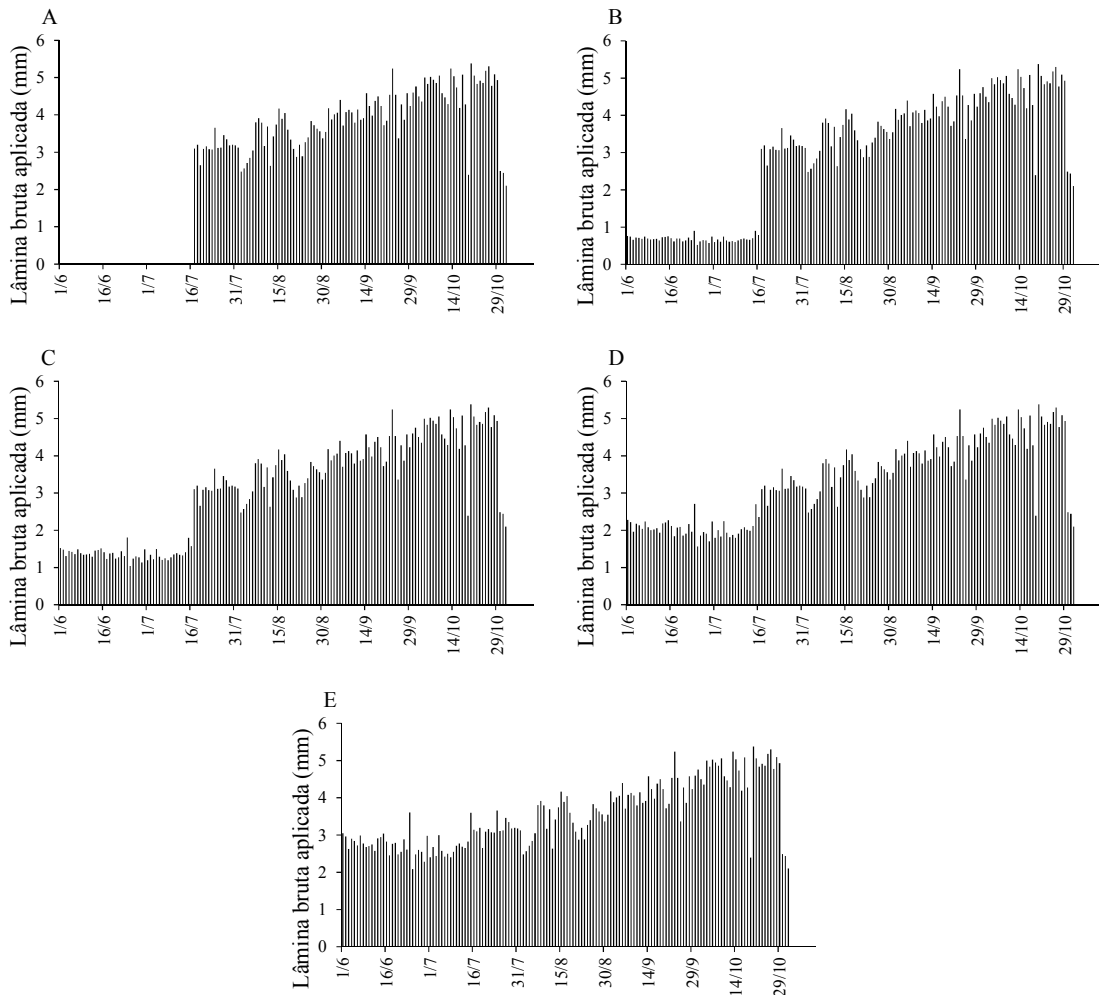


Figura 5 - Lâminas bruta aplicada diariamente na irrigação da mangueira ‘Tommy Atkins’, para o tratamento 1 (A), tratamento 2 (B), tratamento 3 (C), tratamento 4 (D) e o tratamento 5 (E), no ano de 2012 sob microaspersão. Guanambi, BA.

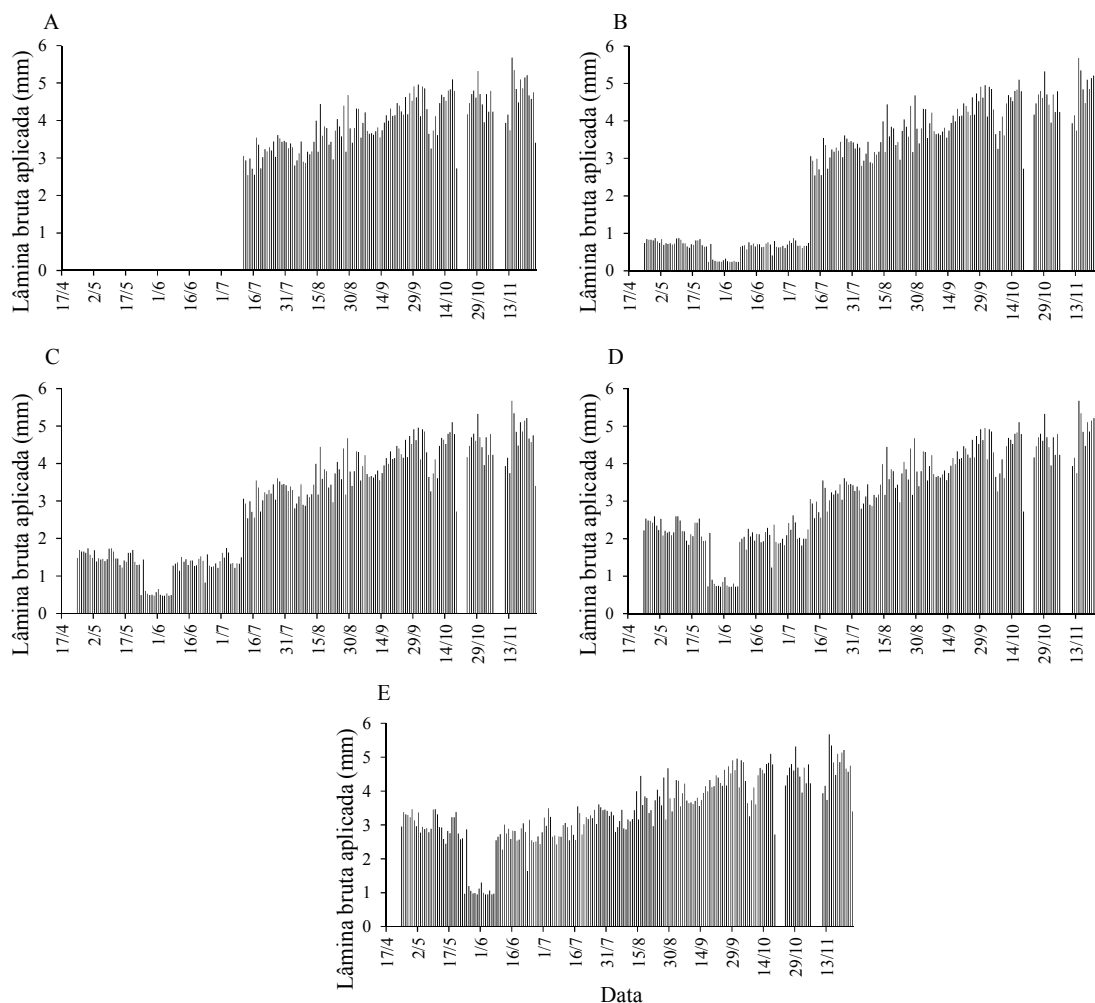


Figura 6 - Lâminas bruta aplicada diariamente na irrigação da mangueira ‘Tommy Atkins’, para o tratamento 1 (A), tratamento 2 (B), tratamento 3 (C), tratamento 4 (D) e o tratamento 5 (E), no ano de 2013 sob microaspersão. Guanambi, BA.

Utilizou-se uma sonda TDR como equipamento de mensuração de umidade do solo por apresentar um tempo de resposta muito pequeno a variações de umidade, além de ser instalado sem necessidade de alteração permanente na superfície do solo. A umidade do solo, função da leitura do TDR, foi estimada pela equação de calibração ajustada por Santos e Martinez (2013), no mesmo solo e com os mesmos sensores. A calibração do TDR, ou seja, a obtenção da relação entre o valor da constante dielétrica lido pelo TDR e o teor de água do solo foi realizada com amostras deformadas conforme Santos et al. (2010). Os teores de água do solo foram obtidos por análise gravimétrica, da saturação até valores próximos ao ponto de murcha permanente. Os

modelos para estimativa do teor de água no solo (Tabela 3) foram obtidos através do ajuste dos dados da constante dielétrica do solo e do teor de água a base de volume ( $\theta$ ).

Tabela 3 - Modelos para estimativa do teor de água no solo do pomar de mangueiras ‘Tommy Atkins’. Guanambi, BA

Camada (m)	Equação de Calibração
0,00 - 0,25	$\theta = 0,000023K_a^3 - 0,001474K_a^2 + 0,043010K_a - 0,256019, R^2 = 0,98$
0,25 - 0,50	$\theta = 0,012121K_a - 0,059308, r^2 = 0,96$
0,50 - 0,75	$\theta = 0,012230K_a - 0,066887, r^2 = 0,96$
0,75 - 1,00	$\theta = 0,013641 K_a - 0,059207, r^2 = 0,99$

Fonte: Santos e Martinez (2013).

A curva de retenção de água do solo da área experimental ajustada aos pares de dados teor de água no solo e tensão está representada na Figura 7.

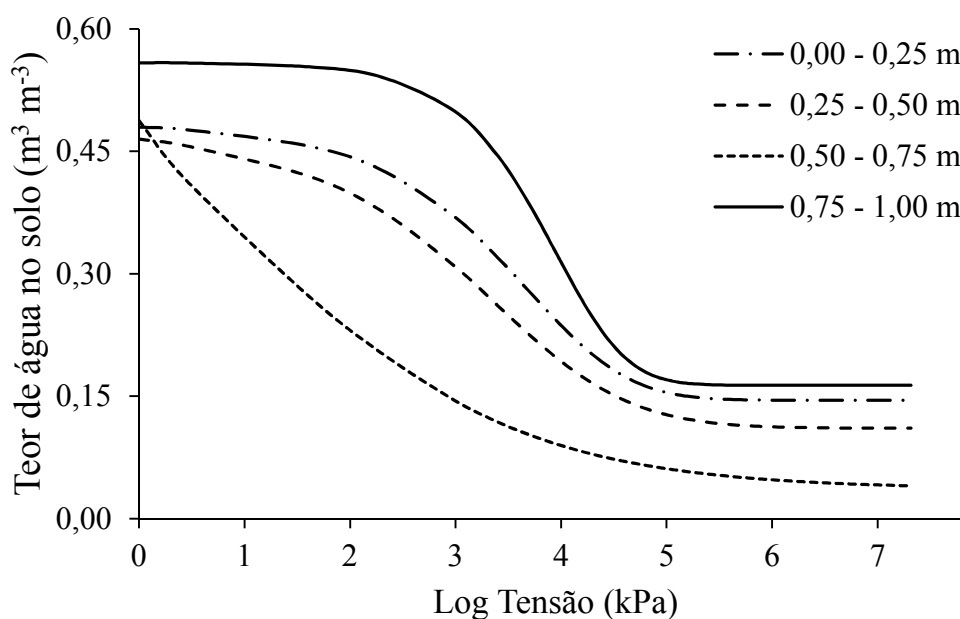


Figura 7 - Curva de retenção do solo da área experimental. Guanambi, BA, 2012.

O ajuste da equação de Van Genuchten (1980) aos dados experimentais resultou nos parâmetros apresentados na Tabela 4.

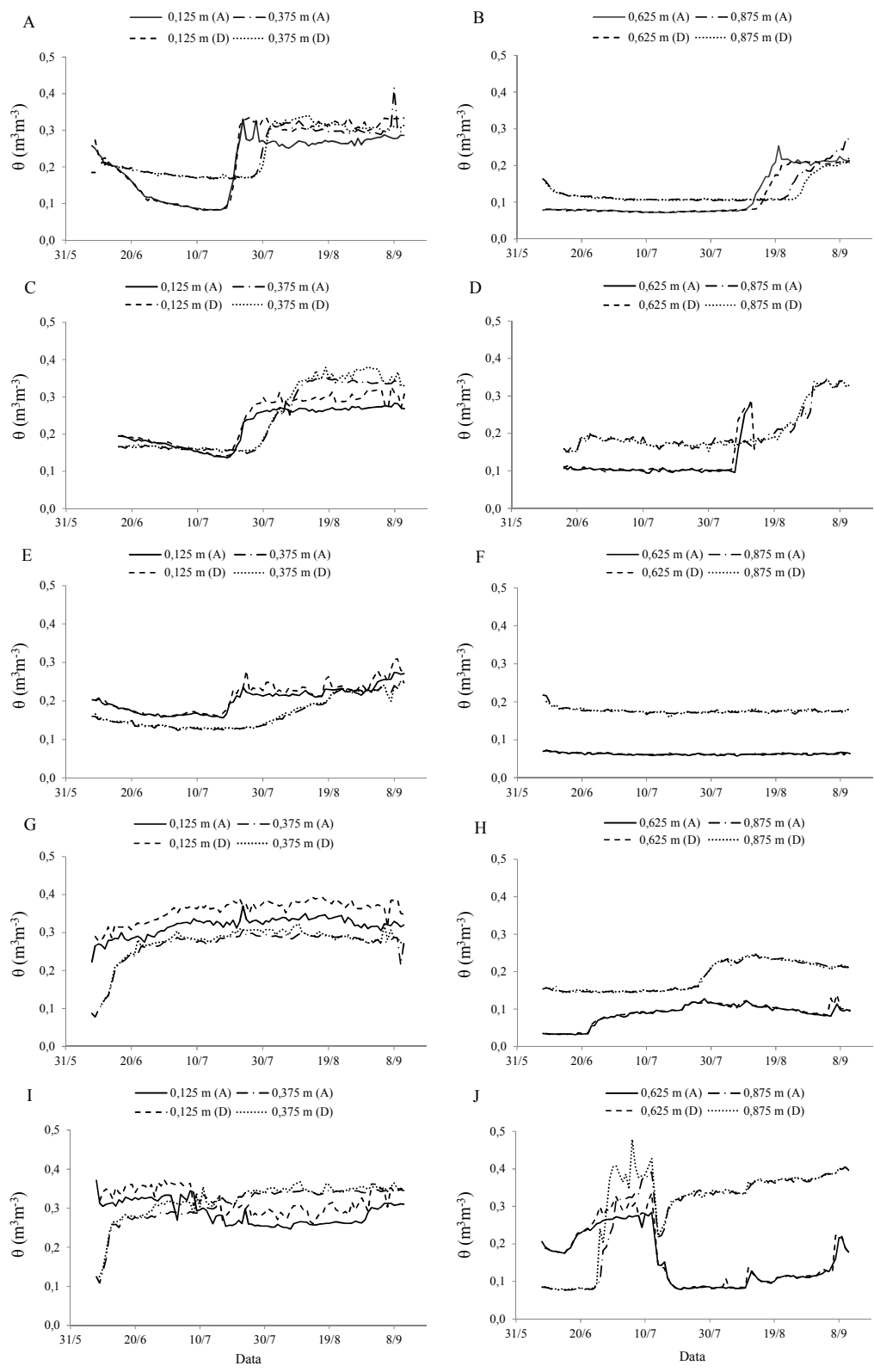
Tabela 4 - Parâmetros da curva de retenção, modelo de Van Genuchten (1980) para o solo utilizado no experimento

Camadas (m)	$\alpha$	$m$	$n$	$\theta_r$	$\theta_s$
	$\text{cm}^{-1}$			$\text{cm}^3$	$\text{cm}^{-3}$
0,00 - 0,25	0,0003	7,5483	1,0185	0,1270	0,5050
0,25 - 0,50	0,0004	8,8314	1,1568	0,1090	0,4260
0,50 - 0,75	0,0009	5,2043	1,6571	0,0460	0,2090
0,75 - 1,00	0,0009	3,9030	1,7930	0,1890	0,6850

Os valores de umidade do solo nas três profundidades antes e depois da irrigação foram registrados apenas no primeiro ciclo de cultivo, para os diferentes tratamentos (Figura 8). A ausência do monitoramento da umidade no segundo ciclo ocorreu por falta de equipamento.

Para avaliar o status hídrico nas mangueiras, utilizou-se o potencial hídrico da folha ( $\Psi_f$ ), que constitui também, importante indicador do déficit hídrico do solo. O potencial hídrico foi avaliado semanalmente, mensurado antes do nascer do sol (potencial hídrico de antemanhã), como indicativo do nível de armazenamento de água no solo, uma vez que há uma tendência de equilíbrio entre as condições hídricas da planta e do solo quando a deficiência hídrica não é acentuada (SILVA et al., 2003). Para mensuração utilizou-se uma câmara de Scholander, modelo 3005® (Soilmoisture Equipment Corp., Santa Barbara, CA, EUA) (Figura 9). As amostras foram compostas por três folhas em cada repetição dos tratamentos, retiradas em diferentes pontos da planta. As leituras foram realizadas apenas no segundo ciclo da cultura devido à indisponibilidade do equipamento no primeiro ano de estudo.

No período do florescimento e frutificação do primeiro ciclo de avaliação foram realizadas mensurações de fotossíntese líquida ( $A$ ) expressa em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$  e transpiração ( $E$ ), em  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{O}$ . As medidas foram realizadas às 8:00 e às 14:00 horas, com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho (IRGA) modelo LCpro<sup>+</sup>® Portable Photosynthesis System (ADC BioScientific Limited, UK) com temperatura e irradiância ambiente e fluxo de ar de  $200 \text{ ml min}^{-1}$  (Figura 10).



T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII).

Figura 8 - Teor de água no solo cultivado com mangueira 'Tommy Atkins' nas profundidades 0,125 m, 0,375 m, 0,625 m e 0,875 m para o tratamento 1(A) e (B); tratamento 2 (C) e (D); tratamento 3 (E) e (F); tratamento 4 (G) e (H) e o tratamento 5 (I) e (J). Guanambi, BA, 2012.



Figura 9 - Avaliação do potencial hídrico da folha de mangueira ‘Tommy Atkins’, utilizando câmara de Scholander. Guanambi, BA, 2013.



Figura 10 - Leituras da fotossíntese e transpiração em mangueiras ‘Tommy Atkins’ utilizando o IRGA. Guanambi, BA, 2012.

No término de cada colheita, os frutos foram transportados para o galpão, selecionados por tratamento considerando cada repetição, contabilizados, pesados e classificados em cinco categorias de peso para manga: 100 (100 a 200 g), 200 (201 a 350 g), 350 (351 a 550 g), 550 (551 a 800 g) e 800 (> 800 g) (EMBRAPA, 2009). O número e o peso de cada fruto, a produtividade dentro de cada classe de peso e a produtividade total, foram comparados para cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e foi verificada a significância das interações entre os fatores testados, com desdobramento daqueles significativos a 5% de probabilidade. Para comparação das médias, utilizou-se o teste de

Tukey, a 5% de probabilidade. Apesar de aparentar dose resposta procura-se avaliar o déficit parcial ou total, comparando com o procedimento normalmente utilizado.

Para análise estatística dos dados das características avaliadas adotou-se o seguinte: a) 1) fotossíntese e transpiração, primeiro ciclo de avaliação, na época do florescimento - experimento em DBC, com três fatores dispostos em esquema de parcelas sub-subdivididas: nas parcelas, cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo; nas subparcelas, duas épocas de avaliação; e nas sub-subparcelas, dois horários de leitura, 8:00 e 14:00 horas; 2) fotossíntese e transpiração, primeiro ciclo de avaliação, na época da frutificação - experimento em DBC, com três fatores dispostos em esquema de parcelas sub-subdivididas: nas parcelas, cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo; nas subparcelas, sete épocas de avaliação; e nas sub-subparcelas, dois horários de leitura, 8:00 e 14:00 horas; b) potencial hídrico foliar, segundo ciclo de avaliação - experimento em DBC com dois fatores dispostos em esquema de parcelas subdivididas: nas parcelas cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo e nas subparcelas, fases fenológicas, florescimento e frutificação; c) classificação por peso dos frutos, produtividade por classes de frutos, número total de frutos e produtividade total de frutos - dois ciclos de avaliação - experimento em DBC com dois fatores dispostos em esquema de parcelas subdivididas, nas parcelas cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo e nas subparcelas ciclos de produção, primeiro e segundo ciclos. Para todos os casos (a1, a2, b e c) realizaram-se análises de variância para verificação da significância das interações ou de efeitos independentes dos fatores testados e compararam-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A fotossíntese da mangueira 'Tommy Atkins' avaliada no estádio de florescimento foi influenciada pela interação a 5% de probabilidade entre os fatores época e horário de leitura (Tabela 5).

As taxas de fotossíntese da mangueira 'Tommy Atkins' foram maiores nas duas épocas, às 8:00 horas da manhã, quando comparadas com as medidas do turno vespertino (Tabela 5). Ao compararmos as duas épocas a fotossíntese às 8:00 horas da

manhã foi maior no mês de julho, enquanto para o horário da tarde as taxas foram similares entre as épocas de avaliação. As maiores taxas de fotossíntese registradas pela manhã decorrem provavelmente das menores temperaturas comparadas ao turno vespertino, que afeta o comportamento estomático, a entrada de CO<sub>2</sub>, e as reações bioquímicas da fotossíntese. Valores superiores a 30°C, como apresentados neste estudo ocasionam redução na fotossíntese, pois as reações da fotossíntese tem um Q10 de aproximadamente 2 entre 12 e 30°C (MEDINA et al., 2005).

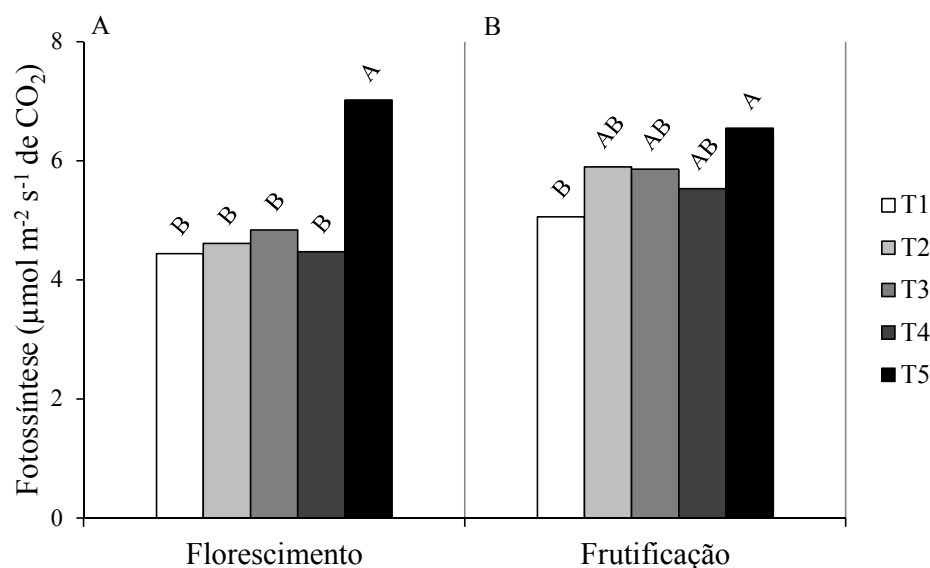
Tabela 5 - Taxas de fotossíntese ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$  de CO<sub>2</sub>) mensuradas em mangueira 'Tommy Atkins' em diferentes épocas e horários, na fase de florescimento. Guanambi, BA, 2012

Horário das leituras	Fotossíntese	
	Épocas	
	05 de Junho	05 de Julho
08:00	6,26Ab	8,23Aa
14:00	2,65Ba	3,18Ba
CV (%)	31,47	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As taxas de fotossíntese da mangueira 'Tommy Atkins' nos estádios de florescimento e frutificação também foram influenciadas pelas estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, independentemente da época e horário de leitura (Figura 11A, B).

No florescimento a taxa de fotossíntese foi maior nas plantas que receberam irrigação plena (100% da ETc) e menor nas plantas submetidas às estratégias de redução de lâminas de irrigação (Figura 11A), devido ao fechamento estomático promovido pelo déficit hídrico. No estádio de frutificação a taxa de fotossíntese das plantas de 'Tommy Atkins' sob irrigação plena foi maior que a taxa das plantas submetidas à estratégia de irrigação com déficit hídrico total (Figura 11B). As taxas de fotossíntese das plantas submetidas às demais estratégias de redução de lâminas de irrigação foram similares entre si, e também às das plantas que receberam irrigação plena e déficit hídrico total na época da indução floral.



T1 (0% da ETc, sem irrigação na Fase I e 100% na Fase II), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII). Médias seguidas da mesma letra maiúscula ou sem letras no grupo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 11 - Taxas de fotossíntese (A) mensuradas nos estádios de florescimento (A) e de frutificação (B) em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc. Guanambi, BA, 2012.

A transpiração da mangueira 'Tommy Atkins' variou de forma independente com os fatores estratégias de irrigação (Figura 12A), época e horário de leitura (Tabela 6) no estágio de florescimento e com as estratégias de irrigação no estágio de frutificação (Figura 12B). Fotossíntese e transpiração também foram influenciadas pela interação entre fatores época e horário de leitura na fase de frutificação (Tabela 7).

A transpiração da mangueira 'Tommy Atkins' foi maior às 8:00 horas (Tabela 6) como constatado para a fotossíntese, o que está relacionado às melhores condições hídricas e térmicas neste horário, independentemente das estratégias de irrigação aplicadas. Ao contrário da fotossíntese a transpiração foi maior na primeira época de avaliação junho, que julho. A elevação da temperatura, das 08:00 para 14:00 horas, causou redução na transpiração, o que evidencia uma interferência estomática no processo.

Tabela 6 - Taxas de transpiração (*E*) mensuradas em diferentes épocas e horários, na fase de florescimento em mangueira ‘Tommy Atkins’. Guanambi, BA, 2012

Característica	Horário das leituras		Épocas		CV (%)
	08:00	14:00	05 de Junho	05 de Julho	
Transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de $\text{H}_2\text{O}$ )	2,87A	1,23B	2,21a	1,89b	27,14

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas para horários de leituras e épocas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O déficit hídrico total ou parcial no solo ocasionou redução na taxa fotossintética e na transpiração em mangueira ‘Tommy Atkins’, este resultado está de acordo o encontrado por Santos et al. (2013). Mensurações realizadas por Santos (2012) aos 138 dias após o florescimento em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a déficit hídrico, não apresentaram diferenças significativas para os tratamentos estudados. O autor justifica estes resultados devido à ocorrência de chuva na área, o que influenciou a taxa fotossintética das plantas submetidas ao déficit hídrico, uma vez que as taxas de fotossíntese mensuradas pelo IRGA são pontuais. Estas variam com as condições ambientais, atmosféricas e umidade do solo, no momento da medida, o que pode não refletir com fidelidade o histórico experimentado pela planta.

As taxas de fotossíntese (*A*) e de transpiração (*E*), mensuradas em mangueira ‘Tommy Atkins’, na fase de frutificação foram maiores às 8:00 horas comparadas às 14:00 horas em todas os meses de avaliação, independentemente das estratégias de redução de lâminas de irrigação aplicadas (Tabela 7). Exceções foram constatadas para as taxas de transpiração nos dias 10 de agosto e 02 de outubro, em que a transpiração foi similar nos dois horários. A elevação da temperatura causou redução na fotossíntese, assim como, redução na transpiração.

Para fotossíntese às 8:00 horas, a taxa foi maior no dia 02 de outubro, comparado às mensurações realizadas nos dias 28 de agosto, 14 de setembro, 23 de outubro e 13 de novembro (Tabela 7). Às 14:00 horas a fotossíntese da mangueira ‘Tommy Atkins’ foi maior no dia 10 de agosto, comparado aos dias 20 de julho, 28 de agosto, 14 de setembro e 23 de outubro. Para transpiração, às 8:00 horas a taxa do dia 13 de novembro foi similar à do dia 23 de outubro e superior à todos os outros períodos de avaliação. Às 14:00 horas a transpiração da mangueira ‘Tommy Atkins’ diferiu entre

as datas 13 de novembro, 10 de agosto e 14 de setembro e 20 de julho, estas duas últimas com os menores valores registrados.

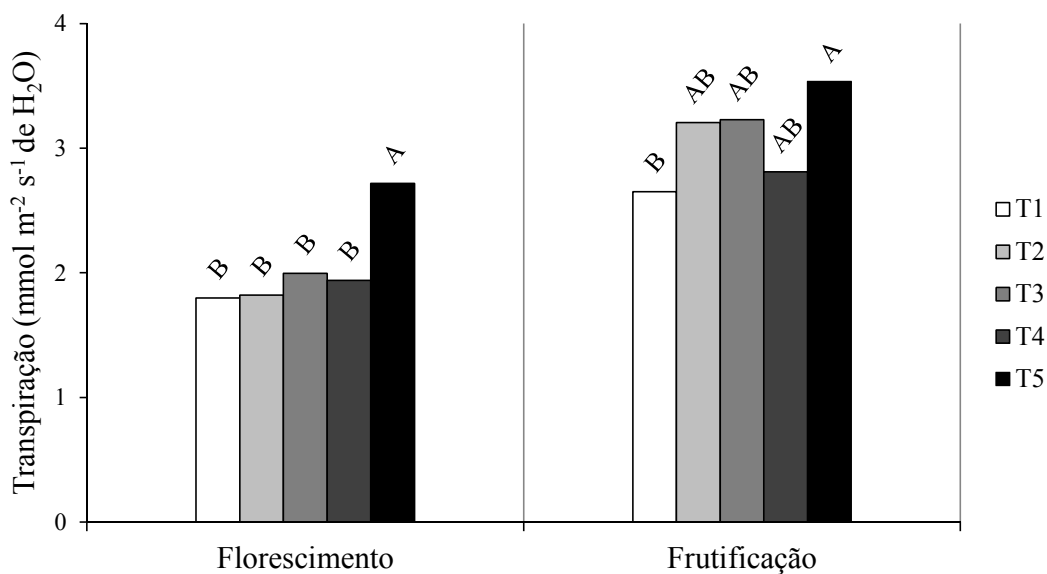
Tabela 7 - Taxas de fotossíntese (*A*) e transpiração (*E*) mensuradas em diferentes épocas e horários na fase de frutificação em mangueiras ‘Tommy Atkins’. Guanambi, BA, 2012

Épocas	Fotossíntese ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de $\text{CO}_2$ )		Transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de $\text{H}_2\text{O}$ )	
	Horário das leituras			
	08:00	14:00	08:00	14:00
20 de Julho	9,37Aabc	2,56Bb	2,51Acd	1,71Bc
10 de Agosto	9,97Aab	4,24Ba	2,39Ad	2,58Abc
28 de Agosto	8,63Abcd	2,45Bb	2,96Acd	2,23Bc
14 de Setembro	7,91Acd	2,33Bb	3,19Acd	2,21Bc
02 de Outubro	10,43Aa	2,83Bab	3,47Abc	3,53Aab
23 de Outubro	7,76Ad	2,41Bb	4,33Aab	3,36Bab
13 de Novembro	6,11Ae	3,91Bab	4,98Aa	3,70Ba
CV (%)	36,72		41,14	

Médias seguidas de letras iguais para fotossíntese e transpiração, maiúsculas nas linhas para horários de leitura, e minúscula nas colunas para épocas de avaliação (meses), não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As condições hídricas e térmicas da planta como resposta às condições ambientais alteram as expressões das trocas gasosas quando associados aos períodos e horários, como comprovado. Machado et al. (2010) ressaltam que os maiores valores no curso diário de *A* e *E* em laranja ‘Valência’, ocorrem na parte da manhã, decaindo com o decorrer do dia.

Como constatado para fotossíntese, a taxa de transpiração no florescimento foi maior nas plantas que receberam irrigação plena (100% da ETc) e menor nas plantas submetidas às diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação adotadas (Figura 12A), devido ao fechamento estomático promovido pelo déficit hídrico. No estágio de frutificação a transpiração das plantas de ‘Tommy Atkins’ sob irrigação plena foi maior que a taxa das plantas submetidas à estratégia de irrigação com déficit hídrico total (Figura 12B). As taxas de transpiração das plantas submetidas às demais estratégias de redução de lâminas de irrigação foram similares entre si, e também às das plantas que receberam irrigação plena e déficit hídrico total na época da indução floral.



T1 (0% da ETc, sem irrigação na Fase I e 100% na Fase II), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII). Médias seguidas da mesma letra maiúscula sobre as barras do gráfico não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 12 - Taxas de transpiração ( $E$ ) mensuradas nos estádios de florescimento (A) e de frutificação (B) em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc. Guanambi, BA, 2012.

Sob situação de boa disponibilidade de água, as plantas cultivadas, geralmente, apresentam altas taxas de transpiração (SALISBURY; ROSS, 1992). A redução na taxa transpiratória nas folhas das plantas, sob déficit hídrico, pode ser explicada pela adaptação da cultura em evitar perdas de água. Castro Neto (2003) ressalta que, à medida que a água do solo se torna escassa, a planta começa a reduzir sua taxa transpiratória para a diminuição da perda de água e economia da água disponível no solo. Isso se dá provavelmente pelo fechamento dos estômatos causado por um sinal emitido pelas raízes, síntese do hormônio vegetal ácido abscísico (ABA) e transporte para a parte aérea via xilema em resposta ao déficit hídrico no solo. Este mecanismo conserva a água na planta, mas interfere na assimilação de  $\text{CO}_2$  e, conseqüentemente, na produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os resultados do presente trabalho, com menores taxas de fotossíntese e transpiração registrados em estratégias com aplicação de menor quantidade de água ao solo evidenciam que o estresse hídrico altera a fisiologia da mangueira à época do florescimento e corrobora as conclusões de Fonseca et al. (2005) de que o estresse hídrico tem potencial para a indução do florescimento em substituição o ao estresse

causado pela aplicação de Paclobutrazol em condições tropicais semiáridas, particularmente na estação seca.

Houve interação a 5% de probabilidade entre as diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc, e as fases fenológicas da cultura para o potencial hídrico foliar da mangueira 'Tommy Atkins' (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores médios de potencial hídrico foliar de antemanhã (MPa) mensurados nos períodos de florescimento e frutificação da mangueira 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc. Guanambi, BA, 2013

Tratamentos	Florescimento	Frutificação	CV (%)
FI - 0% da ETc / FII - 100% ETc	- 0,55 Aa	- 0,30 Ab	
FI - 25% da ETc / FII - 100% ETc	- 0,44 Ba	- 0,30 Ab	
FI - 50% da ETc / FII - 100% ETc	- 0,36 Ca	- 0,29 Ab	9,49
FI - 75% da ETc / FII - 100% ETc	- 0,33 CDa	- 0,29 Aa	
FI - 100% da ETc / FII - 100% ETc	- 0,27 Da	- 0,29 Aa	

T1 (0% da ETc, sem irrigação na Fase I e 100% na Fase II), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII). Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Durante a fase de florescimento, época mais próxima à aplicação das estratégias de redução das lâminas, houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para potencial hídrico na folha entre as estratégias (Tabela 5). Contudo, na época da frutificação os potenciais hídricos foram similares entre as diferentes estratégias, o que se justifica devido ao retorno das lâminas de irrigação, a 100% da ETc nesta fase. No florescimento observa-se diferenças entre as estratégias T1, T2, T3 e T5 com valores crescentes nesta ordem, menores valores do potencial hídrico associados a maiores reduções nas lâminas e semelhança entre T3 e T4 e T4 e T5. O potencial hídrico foi menor para a estratégia sem irrigação (T1) quando comparado à estratégia (T5), com irrigação plena.

O potencial hídrico foliar da mangueira 'Tommy Atkins' diferiu entre os estádios fenológicos, nas estratégias T1, T2 e T3, com menores valores no florescimento, época mais próxima à aplicação das lâminas reduzidas, comparados à frutificação, época com 100% da ETc.

As medidas de potencial hídrico de antemanhã pressupõem que há um estabelecimento do equilíbrio entre a água do solo e a água da planta, estando à planta no seu estado máximo de hidratação possível para as condições hídricas do solo consideradas (COTRIM, 2009). O potencial da água na folha é altamente variável em função da umidade do solo, sendo um fator indicativo do nível de água armazenada no solo. A velocidade do vento, o déficit de pressão de vapor, a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa do ar podem contribuir para variação do potencial da água na planta. Estes fatores atuando isoladamente ou em conjunto com o déficit hídrico do solo podem intensificar o estresse hídrico da planta, causando o fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, influenciando sobre os valores dos potenciais (KOBAYASHI et al., 2008). No entanto vale ressaltar que a mangueira é uma planta considerada tolerante à seca, devido manter alto o potencial de água na folha em condições de estresse hídrico. Entretanto, os resultados do presente trabalho, com menores valores de potencial hídrico foliar registrados em estratégias com aplicação de menor quantidade de água ao solo evidenciam que o estresse hídrico altera a fisiologia da mangueira à época do florescimento e corrobora as conclusões de Fonseca et al. (2005), que sugerem que o estresse hídrico tem potencial para a indução do florescimento e pode substituir o estresse causado pela aplicação de PBZ em mangueiras em condições semiáridas tropicais.

Em trabalho realizado por Cotrim (2009), em mangueiras, foi constatado diferenças no manejo de irrigação com déficit controlado a partir de análise do potencial hídrico da planta. Também em estudos com mangueiras foi evidenciado que o valor mínimo de potencial pode ser indicador do ponto ótimo de estratégia de manejo de irrigação quando houver restrição no fornecimento de água para cultura (LIMA FILHO, 2004). Naldler et al. (2006) em pesquisas com mangueiras submetidas a estresse hídrico induzido, relataram que medidas do potencial hídrico na planta servem como indicadores de estresse hídrico. Estes autores acompanharam a variação do potencial ao longo do dia, podendo evidenciar a recuperação do estado hídrico da planta durante a noite.

Não houve interação a 5% de probabilidade entre as diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc, e ciclos produtivos avaliados para as características produtivas da mangueira 'Tommy Atkins'. Apenas os ciclos (5% de probabilidade) influenciaram as características produtivas,

independentemente das estratégias de irrigação utilizadas para a indução floral da mangueira 'Tommy Atkins' (Tabelas 8, 9 e 10).

O longo período compreendido entre a aplicação dos tratamentos com redução de lâmina à época da indução floral e a colheita dos frutos, pois na fase II, frutificação, a lâmina foi de 100% da ETC, contribuem para explicar a ausência de influência das estratégias de redução de lâminas nas características produtivas.

Com exceção da classe de peso 200, para todas as outras classes de peso houve diferenças entre os ciclos produtivos da mangueira 'Tommy Atkins' a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Tabela 8). Os maiores valores foram registrados no ciclo I para as classes de peso 350, 550 e 800, o que pode ser explicada pelo maior número de frutos no primeiro ciclo para as respectivas classes. Enquanto para a classe de peso 100 o maior valor ocorreu no ciclo II, o que evidencia a maior presença de frutos de menor tamanho neste ciclo de produção.

Tabela 8 - Número de frutos por classe de peso de frutos de mangueiras 'Tommy Atkins' em dois ciclos de cultivo. Guanambi, BA, 2012-2013

Ciclos	Classe 100	Classe 200	Classe 350	Classe 550	Classe 800
Ciclo I	0,01B	3,25A	50,44A	50,95A	1,28A
Ciclo II	0,73A	2,50A	14,57B	8,40B	0,19B
CV (%)	145,44	101,8	46,41	50,65	187,68

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No Ciclo I a irrigação plena ocorreu por 107 dias, enquanto que no Ciclo II permaneceu por 130 dias, mostrando um atraso nas fases I, II e III de crescimento do fruto para o Ciclo II, ocasionado pela condição de estresse das plantas. O menor crescimento dos frutos no segundo ciclo possivelmente ocorreu devido ao estresse durante vários anos continuados. Nos anos de 2010, 2011 e 2012 os índices pluviométricos na região permanecerem abaixo da média histórica da região (680 mm), 602,62; 621,60 e 562,90 mm. Durante o experimento as precipitações ficaram em média 170,5 e 157,8 mm para o ciclo I e o ciclo II, respectivamente, o que favorece uma condição de estresse ambiental ocasionado pelas altas temperaturas, baixa umidade do ar e vento. Apesar do cultivo conduzido sob irrigação, às condições semiáridas, na maior parte dos meses evidenciam estresse por déficit de pressão de vapor elevado decorrente da baixa umidade relativa do ar, temperaturas elevadas, vento com

velocidade e radiação solar elevada que constituem condições de estresse, particularmente após um período com três anos consecutivos com precipitação abaixo da média.

Do mesmo modo, as produtividades da mangueira 'Tommy Atkins' nas classes de peso 350, 550 e 800 diferiram a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, expressando maiores valores no primeiro ciclo de avaliação, enquanto que na classe de peso 100, a produtividade foi maior no segundo ciclo de avaliação (Tabela 9). Isso pode ser explicado pela alta variabilidade comprovado pelos coeficientes de variação, que pode ter razões o uso exaustivo em anos anteriores do indutor floral paclobutrazol, no qual favoreceu um desequilíbrio nas atividades vegetativas e reprodutivas das plantas que entraram em um estado intenso de estresse impedindo o desempenho adequado de suas atividades.

Tabela 9 - Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por classe de peso de frutos de mangueira 'Tommy Atkins' para os dois ciclos de cultivos. Guanambi, BA, 2012-2013

Ciclos	Classe 100	Classe 200	Classe 350	Classe 550	Classe 800
Ciclo I	0,10B	9,66A	104,13A	81,30A	1,50A
Ciclo II	4,50A	8,36A	31,40B	13,33B	0,23B
CV (%)	148,12	87,95	47,48	50,82	184,37

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A quantidade de frutos por planta, o peso médio de frutos por planta e por unidade de área, da mangueira 'Tommy Atkins' diferiram entre os ciclos de produção a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Tabela 10). Maiores valores foram registrados no ciclo I para todas as características analisadas. Essa variação na produtividade possivelmente ocorreu devido ao estado fisiológico de paralisação que o pomar apresentou no segundo ciclo. Neste ano as plantas paralisaram seu crescimento não apresentando fluxos vegetativos o que, asseguradoamente interferiu na produtividade.

Tabela 10 - Características produtivas de mangueira ‘Tommy Atkins’ em dois ciclos produtivos. Guanambi, BA, 2012-2013

Ciclos	Número total de frutos	Massa de frutos	
		kg/planta	kg/hectare
Ciclo I	196,76A	105,96A	16.530,35A
Ciclo II	59,10B	26,49B	3.975,49B
CV (%)	31,36	30,45	31,68

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A ausência de efeito das estratégias de redução de lâmina de irrigação sobre as características produtivas, além das razões já discutidas, possivelmente ocorreu devido a estresses de cultivo, somados a estresses climáticos, experimentado pelo pomar em anos anteriores de produção. O Perímetro Irrigado de Ceraíma até o ano de 2008 tinha maior parte do sistema de irrigação das culturas por superfície, sulco, elevando o lençol freático a níveis que supria a demanda hídrica da cultura (COTRIM, 2009). Adicionalmente, o uso intensivo do PBZ possivelmente não provocava resíduo na planta, já que devido à variação do lençol freático possivelmente ocorria movimentação do produto no solo.

Cotrim et al. (2011) não observaram nesta mesma área nos períodos de 2006 e 2007 diferenças estatísticas entre as lâminas aplicadas e a produtividade. Fato este justificado pelos autores devido a influência da ação de ascensão do lençol freático. Neste período de estudo os autores encontraram produtividade média no pomar considerando os diferentes tratamentos de 26,82 t ha<sup>-1</sup> e 31,71 t ha<sup>-1</sup> para os dois ciclos da cultura, respectivamente. Santos (2012) também trabalhando no mesmo pomar de mangueiras em 2010 e 2011 não identificou ação do lençol freático, no entanto, considerando os dois ciclos estudados obteve produtividades médias de 15,35t ha<sup>-1</sup> e 17,43 t ha<sup>-1</sup>, abaixo do encontrado por Cotrim et al. (2011) e superior ao encontrado no segundo ciclo de avaliação do presente trabalho, 3,97 t ha<sup>-1</sup>. Para o primeiro ciclo de avaliação apesar de não haver influência das estratégias de redução de lâmina de irrigação, a produtividade, 16,53 t ha<sup>-1</sup>, foi semelhante à encontrada por Santos (2012) na mesma área produtiva.

#### 4. CONCLUSÕES

As taxas de fotossíntese e de transpiração de mangueira 'Tommy Atkins' nas fases de florescimento e frutificação são maiores às 8:00 que às 14:00 horas, independentemente das estratégias de redução de lâminas de irrigação utilizadas.

Estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral conduzem a menores valores de fotossíntese, transpiração e de potencial hídrico foliar da mangueira 'Tommy Atkins' na fase de florescimento.

As características produtivas não foram influenciadas pelas estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins', apenas pelos ciclos avaliados.

As estratégias de redução de lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração do cultivo, ETc, T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII) e T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), são adequadas ao processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins'.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.S.; MOUCO, M.A.C.; MEDINA, V.D.; SANTOS, C.R.; TAVARES, S.C.C.H. **O cultivo da mangueira irrigada no semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido; VALEXPORT, 1999. 77 p.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO.Irrigation and Dranaige Paper, 56).

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 136 p.

BASSOI, L.H. Oportunidade para irrigação com déficit no semiárido. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 4, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2012.

BASSOI, L.H.; GONÇALVES, S.O.; SANTOS, A.R.L.; SILVA, J.A.; LIMA, A.C.M. Influência de manejos de irrigação sobre aspectos de ecofisiologia e de produção da videira cv. Syrah/Paulsen 1103. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 395-402, 2011.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

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 promovido por diferentes doses de paclobutrazol. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 209-212, 2007.

CASTRO NETO, M.T. Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 93-95, 2003.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; SANTANA, J.A.V. Resposta da mangueira 'Tommy Atkins' a irrigação em condições semiáridas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 15-20, 2008.

COTRIM, C.E. **Otimização da irrigação localizada em pomares de manga no semi-árido baiano**. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

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 semiarid. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1052-1053, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FONSECA, N.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 1, v. 27, p. 21-24, 2005.

GONZÁLEZ, A.M.; BONACHELA, S.; FERNÁNDEZ, M.D. Regulated deficit irrigation in greenbean and water melon greenhouse crops. **Scientia Horticulturae**, v. 122, p. 527-531, 2009.

GOODWIN, I.; BOLAND, A.M. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. In: **Deficit irrigation practices**. Roma: FAO, 2000. p. 67-78. (Water Reports, 22).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ba&tema=lavourapermanente>> Acesso em: 04 mar. 2014.

KOBAYASHI, E.S.; SAKAI, E.; SILVA, E.A.; ARRUDA, F.B.; SILVEIRA, J.M.C.; SOUZA, P.S.; PIRES, R.C.M. Variação sazonal do potencial da água nas folhas de cafeeiro em Mococa, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 421-428, 2008.

LEITE, A.A.M.; ALVES, P.L. A modernização da agricultura no semiárido brasileiro: o caso da fruticultura irrigada do vale do São Francisco. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2010.

LIMA FILHO, J.M.P. Methodology for water potential measurement on mango using the pressure chamber. **Acta Horticultural**, The Hague, n. 645, p. 459-461, 2004.

MACHADO, D.F.S.P.; MACHADO, E.C.; MACHADO, R.S.; RIBEIRO, R.V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranja 'valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Eds.). **Citros**. Campinas: IAC, 2005. p. 147-195.

NADLER, A.; RAVEH, E.; YERMIYAHU, U.; GREEN, S. Stress induced water content variations in mango stem by time domain reflectometry. **Soil Science Society of America**, v. 70, p. 510-520, 2006.

NUÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T.L.; CALDEIRA, M.L. Control of bud morphogenesis in mango (*Mangifera indica* L.) by girdling defoliation and temperature modification. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, n. 1, p. 25-40, 1996.

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.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. The photosynthesis-transpiration compromise. In: \_\_\_\_\_. **Plant physiology**. 4.ed. California: Wadsworth, 1992. p. 66-92.

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

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, n. 3, p. 7-16, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R. Gas exchanges of 'Tommy Atkins' mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1141-1153, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 362-369, 2014.

SANTOS, M.R.; ZONTA, J.H.; MARTINEZ, M.A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 299-308, 2010.

SILVA, V.P.R.; CAMPOS, J.H.B.C.; AZEVEDO, P.V. Water-use efficiency and evapotranspiration of mango orchard grown in northeastern region of Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 120, p. 467-472, 2009.

SILVA, A.M.; LIMA, E.P.; COELHO, M.R.; COELHO, G.S. Produtividade, rendimento de grãos e comportamento hídrico foliar em função da época de irrigação do parcelamento e do método de adubação do cafeeiro catuaí. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.

SIMÃO, A.H.; MANTOVANI, E.C.; SIMÃO, F.R. **Irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira**. In: ROZANE, D.E. et al. **Manga**: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: UFV, 2004. p. 233-302.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TEIXEIRA, J.C.; COELHO, E.F.; OLIVEIRA, P.M.; OLIVEIRA, R.C.; SILVA, T.S. M.; GOMES FILHO, O. Manejo de água da mangueira 'palmer' com uso de regulação de déficit de irrigação nas condições do norte de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

### **ARTIGO 3 - VARIAÇÃO DOS TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DE MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' NOS ESTÁDIOS DE FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO**

**RESUMO:** A região do semiárido baiano apresenta condições climáticas que aliadas ao manejo de irrigação e fertilização favorecem o bom desenvolvimento e produção da cultura da mangueira. A diminuição da quantidade de água aplicada decorrente do uso de diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral na mangueira pode alterar o fluxo difusivo de nutrientes no solo e, conseqüentemente, seus teores na planta. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variação dos teores foliares de nutrientes de mangueira 'Tommy Atkins', nas fases de florescimento e frutificação em dois ciclos produtivos submetidos a diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação no período da indução floral. O experimento foi conduzido em Guanambi, BA, num Neossolo Flúvico Eutrófico. Os tratamentos foram dispostos num delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdivididas no tempo, com seis repetições e uma planta útil como unidade experimental. Utilizaram-se nas parcelas, cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc: T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII); nas subparcelas, dois ciclos de produção; e nas sub-subparcelas, dois estádios de desenvolvimento, florescimento e colheita. As lâminas foram reduzidas a partir de 100% da evapotranspiração diária da cultura durante o período de indução do florescimento (FI) e retorno de 100% durante a fase de frutificação (FII), nos dois ciclos de produção. Determinaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, e de B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{Mg kg}^{-1}$ ) e no segundo ciclo também realizaram-se mensurações do índice de clorofila na folha semanalmente. Os teores de P, K, Mg e Cu nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variaram entre fases e ciclos, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas no processo de indução floral. Os teores de N, Ca, B, Fe, Mn e Na variam com os estádios de florescimento e frutificação e com os ciclos produtivos, de forma independente. Os teores foliares de nitrogênio ficaram acima da faixa de suficiência nos diferentes estádios de desenvolvimento e ciclos avaliados. Os teores de clorofila a, b e total variaram com a época da leitura, de forma independente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Mangifera*. Estado nutricional. Redução de lâminas.

## VARIATION OF NUTRIENTS IN PLANT IN PERIODS FLOWERING AND FRUIT MANGO TREE 'TOMMY ATKINS' IN THE SEMIARID REGION BAIANO

**ABSTRACT:** The Bahia semiarid region presents climatic conditions, which in combination with irrigation and fertilization management, can promote proper development and production of mango tree crops. The reduced amount of water applied by different strategies to reduce irrigation depths in the floral induction process in mango tree crop can alter the diffusive flow of nutrients in the soil, and, consequently, their concentration in the plant. Thus, the objective of this study was to evaluate the variation in leaf nutrient concentrations of 'Tommy Atkins' mango trees at the flowering and fruit production stages, at two production cycles under different strategies to reduce irrigation depths during the floral induction period. The experiment was conducted in Guanambi - BA, in a Fluvic Neosol Eutrophic soil. The treatments were arranged in a randomized block design with a split split-plot in time, with six replicates and one plant as the experimental unit. Five irrigation depth reduction strategies, based on crop evapotranspiration were used: ETc: T1 (0% ETc, no irrigation at SI and 100% ETc at SII), T2 (25% ETc at SI and 100% ETc at SII), T3 (50% ETc at SI and 100% ETc at SII), T4 (75% ETc at SI and 100% ETc at SII) and T5 (100% ETc at SI and SII); two production cycles in a split-plot; and two developmental stages, flowering and harvest, in a split split-plot. The irrigation depth was reduced from 100% of the daily crop evapotranspiration during the flowering induction period (FI) and return to 100% during the fruiting stage (FII), in two production cycles. The content of N, P, K, Ca, Mg and S as well as of B, Cu, Fe, Mn, and Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) was determined and leaf chlorophyll content was measured weekly during the second cycle. The content of P, K, Mg and Cu in the leaves of 'Tommy Atkins' mango trees varied between phases and cycles, regardless of the strategies to reduce irrigation depths in the floral induction process. The contents of N, Ca, B, Fe, Mn and Na varied with the flowering and fruiting stages, and with the production cycles. Foliar nitrogen concentrations were beyond the sufficiency range at the different developmental stages and cycles evaluated. The contents of a, b, and total chlorophyll varied with time reading.

**KEYWORDS:** *Mangifera*. Nutritional status. Reduction in irrigation depth.

## 1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.), originária do Continente Asiático é cultivada no Brasil em diversos ecossistemas com diferentes níveis tecnológicos. A região semiárida do Nordeste em especial a Bahia constitui-se uma fronteira agrícola de elevada importância para o agronegócio brasileiro. Em 2012 a produção brasileira de mangas ultrapassou um milhão cento e setenta e cinco mil toneladas, sendo a região Nordeste responsável por 66,54% do total produzido, e a Bahia como maior estado produtor da fruta com 54% da produção (IBGE, 2014). Essa região apresenta características climáticas propícias que aliadas ao manejo de irrigação e fertilização favorecem o bom desenvolvimento e produção da cultura.

No sistema de produção de manga no semiárido, o manejo da irrigação com déficit hídrico já é utilizado como indutor do florescimento da mangueira (BASSOI, 2012). A diminuição da quantidade de água aplicada decorrente do uso de diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral na mangueira pode alterar o fluxo difusivo de nutrientes no solo e, conseqüentemente, seus teores na planta.

As necessidades em determinar a carência de nutrientes em fases específicas da cultura ainda é um desafio constante em pomares de mangueiras no semiárido baiano.

A avaliação do estado nutricional da mangueira possui alguns desafios, pois estas espécies têm ciclos fenológicos variáveis que influenciam a absorção e translocação dos minerais pelas plantas principalmente. Por outro lado, na mangueira, são poucos os trabalhos que tratam das exigências nutricionais ou que quantificam a extração de nutrientes pela planta em suas diversas fases de desenvolvimento ou que fornecem as suas proporções nas diversas partes da planta (FERNANDES; NASCIMENTO, 2004).

A análise mineral da folha é útil para avaliar se existem distúrbios na nutrição da mangueira (DURÁN ZUAZO et al., 2011). Isto porque a existência dos nutrientes no solo em condições adequadas não garante necessariamente que esses elementos sejam absorvidos. Além disso, condições de reação do solo, salinidade ou antagonismos entre elementos, podem provocar alterações não desejáveis na absorção de nutrientes (SILVA et al., 2004). A análise química foliar é eficaz para detectar desequilíbrios e auxiliar na recomendação de adubação em frutíferas. A diagnose foliar pode ser usada como método para a avaliação da fertilidade do solo devido a elevada correlação

existente entre a concentração de nutrientes na folha e a disponibilidade do nutriente na solução do solo. Em época adequada, pode auxiliar na recomendação das adubações para suprir deficiências nutricionais em fases específicas do ciclo fenológico da cultura e antes da expressão dos sintomas de deficiência, fome oculta.

Os valores médios dos teores de nutrientes em folhas de mangueira em função de diferentes estádios indicam a ocorrência de duas etapas distintas, sendo a primeira compreendida entre a colheita e início do novo florescimento, período em que há acúmulo de nutrientes e a segunda que abrange o período do desenvolvimento do fruto até sua colheita, quando há diminuição dos teores de nutrientes nas folhas. O conhecimento dos períodos de maiores exigências das plantas evidencia a fase em que os nutrientes devem ser fornecidos ou estarem disponíveis para as mesmas.

Apesar da alta tecnologia aplicada a esta cultura, a utilização de adubações em mangueira é um assunto que demanda informações. Embora seja uma prática comum em culturas perenes irrigadas, há carência de informações sobre teores dos nutrientes nas fases de florescimento e frutificação dentro do manejo de irrigação durante a indução floral no semiárido baiano. Diante do exposto e da necessidade de maiores informações a respeito do assunto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variação dos teores foliares de nutrientes de mangueira ‘Tommy Atkins’, nas fases de florescimento e frutificação em dois ciclos produtivos submetidos a diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação no período da indução floral.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida nos anos de 2012 e 2013 em um pomar de *Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins, com 16 anos de idade, cultivadas com espaçamento de 8 x 8 m, num Neossolo Flúvico Eutrófico, localizado em gleba experimental da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF), a uma altitude de 530 m acima do nível do mar, coordenadas geográficas 14°17'26" de latitude sul e 42°42'50" de longitude oeste.

As estratégias de manejo da irrigação foram aplicadas com déficits controlados no período de indução floral e retorno de 100% da irrigação no período de frutificação. Foi utilizado o método de irrigação do tipo localizado com sistema de microaspersão, sendo a distribuição feita com um emissor por planta, com vazão de 48 L h<sup>-1</sup> à pressão

de 150 KPa, distanciado 40 cm do tronco. O sistema era dotado de várias linhas de distribuição, o que permitiu aplicação de diferentes lâminas de irrigação no pomar.

O clima do local é classificado como Aw, semiárido quente e seco, de acordo a classificação de Köppen. A região possui temperatura média de 25,6°C e precipitação média de 680 mm anuais, sendo o período chuvoso concentrado nos meses de novembro a abril. Os valores diários de temperatura máxima e mínima, umidade relativa média, velocidade do vento e precipitação durante o período de avaliação, nos dois ciclos de cultivo constam nas Figuras 1 e 2.

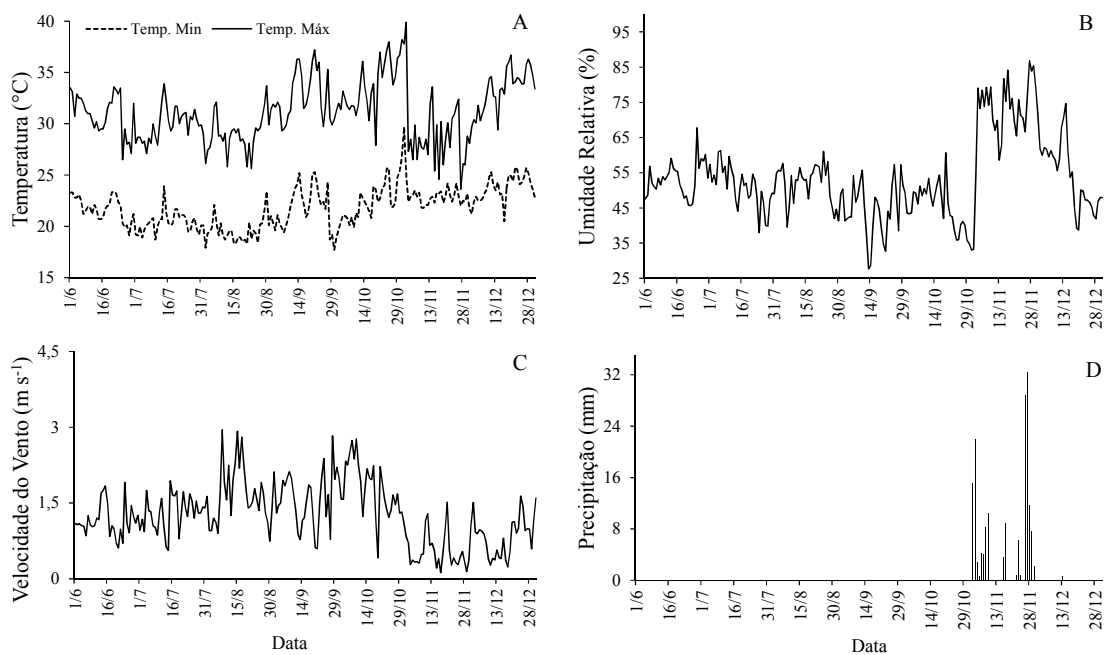


Figura 1 - Temperatura máxima (Temp. Máx) e temperatura mínima (Temp. Mín) (A), umidade relativa média do ar (B), velocidade média do vento (C) e precipitação (D) durante o primeiro ciclo de avaliação, 01/06/2012 a 30/12/2012. Guanambi, BA.

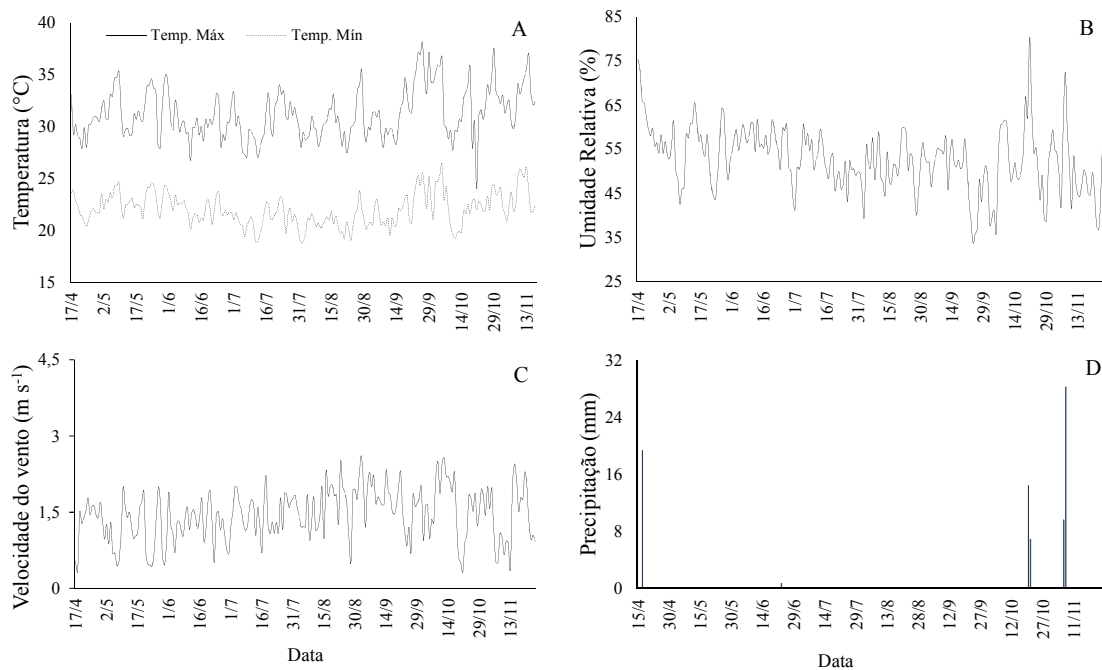


Figura 2 - Temperatura máxima (Temp. Máx) e temperatura mínima (Temp. Mín) (A), umidade relativa média do ar (B), velocidade média do vento (C) e precipitação (D) durante o segundo ciclo de avaliação, 17/04/2013 a 25/11/2013. Guanambi, BA.

Durante o período de avaliação do experimento foram consideradas técnicas de manejo de cultivo adotadas nos Perímetros Públicos de Irrigação do Semiárido. As mangueiras foram podadas com a finalidade de estimular a brotação de gemas auxiliares, multiplicando o número de brotações. O manejo nutricional foi realizado com base nas necessidades das mangueiras, de maneira a proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento. As plantas foram adubadas com 100g de MAP (fosfato monoamônico), 350g de ureia, 150g de cloreto de potássio, 60g de FTE, 250g de sulfato de zinco e 27,4 kg de esterco bovino por planta. No segundo ciclo de avaliação, baseado em análises foliares, repetiram-se as mesmas adubações, além de duas aplicações foliares de sulfato de zinco (40 g 100 L<sup>-1</sup>). Até a emissão do segundo fluxo vegetativo, durante o primeiro ciclo produtivo, o manejo da irrigação foi aplicado diariamente, sendo toda demanda evapotranspirométrica suprida à planta. A paralisação do crescimento da mangueira, estresse químico, foi realizada a partir da aplicação do regulador de crescimento sistêmico do grupo dos triazóis, Paclobutrazol (PBZ), cujo mecanismo de ação é inibidor da síntese de giberelinas. A dosagem aplicada foi de 0,5g do princípio ativo por metro linear de diâmetro da copa da mangueira. O uso desta dosagem reduzida em 50% da

recomendação usual está relacionado ao fato das plantas apresentarem sintomas de estresse causados por sucessivas aplicações do produto em safras anteriores. O PBZ foi diluído em dois litros de água e distribuído no solo em pequenos sulcos abertos ao redor do tronco da mangueira.

Durante o período de absorção do PBZ o manejo da irrigação foi conduzido com 100% da ETc. Em seguida foram aplicados os tratamentos de estratégias de redução da lâmina de irrigação baseada na evapotranspiração da cultura, que permaneceu durante o período de estresse hídrico programado para indução do florescimento, ou seja, até que 60% das plantas apresentaram-se floridas. Quando as plantas apresentaram folhas encarquilhadas, 35 dias após aplicação do PBZ foram realizadas três pulverizações com nitrato de cálcio (dosagem de 2,5% em intervalos de sete dias), com a finalidade de quebrar a dormência das gemas e induzir uma floração uniforme.

No segundo ciclo a indução do florescimento foi realizada apenas com o estresse hídrico, sem uso de estresse químico, regulador de crescimento PBZ. Esse manejo também usado em alguns lotes produtivos do perímetro acelera e uniformiza a maturação dos ramos, estimulando a floração. Os tratamentos foram aplicados nesta mesma fase como descrito no primeiro ciclo, acrescido de três pulverizações de nitrato de cálcio (dosagem de 2,5% em intervalos de 7 dias), iniciadas quando as plantas apresentavam folhas quebradiças e epinastia dos ramos, evidências morfológicas do estresse, com o objetivo de quebrar a dormência das gemas.

Os tratamentos foram dispostos num delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdivididas no tempo, com seis repetições e uma planta útil como unidade experimental. Utilizaram-se nas parcelas, cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc: T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII); nas subparcelas, dois ciclos de produção; e nas sub-subparcelas, dois estádios de desenvolvimento, florescimento e colheita. As lâminas foram reduzidas a partir de 100% da evapotranspiração diária da cultura durante o período de indução do florescimento (FI) e retorno de 100% durante a fase de frutificação (FII), nos dois ciclos de produção.

Para as características índices de clorofila os tratamentos foram dispostos num delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo,

Utilizaram-se nas parcelas, cinco estratégias de redução de lâminas de irrigação e nas subparcelas oito épocas de leitura. Através do controle do fechamento de registros instalados no início da tubulação de cada tratamento, (Figura 3), foi possível aplicar as variações das lâminas de irrigação, alterando o tempo de fornecimento de água, às unidades experimentais pelos microaspersores. O manejo da irrigação no decorrer do experimento foi realizado com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), no coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) e no coeficiente de localização (K<sub>l</sub>).

A evapotranspiração de referência foi determinada diariamente pelo método de Penman-Monteith, padrão FAO Boletim 56 (ALLEN et al., 1998), a partir de dados da estação meteorológica local, instalada ao lado das mangueiras avaliadas. A radiação solar foi estimada pela equação de Hargreaves (ALLEN et al., 1998), devido a indisponibilidade de dados de insolação. Essa equação considera os valores de temperatura máxima e mínima, radiação solar no topo da atmosfera e o fator K<sub>R</sub>, dependente da localização.



Figura 3 - Sistemas de válvulas para controle das lâminas de irrigação nos dois ciclos de cultivos, Guanambi, 2012 e 2013.

No cálculo da evapotranspiração da cultura os valores do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), nos dois ciclos de cultivo, variaram de 0,3 a 0,8 conforme Simão et.al. (2004). Esta recomendação foi usada devido os tratamentos serem empregados no período de indução do florescimento. Reis et al. (2011) também utilizaram estes valores em estudos de manejo da irrigação na região semiárida (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores sugeridos de Kc para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da mangueira

Fase	Estágio de desenvolvimento	Duração (dias)	Kc
Produção	Indução floral - PBZ	90 - 120	0,75 - 0,85
	Indução floral - NO <sub>3</sub>	15	0,20 - 0,30
	Floração + frutificação	105	0,80 - 0,90
	Colheita + preparo p/ próxima safra	45	0,50 - 0,60
	Desenvolvimento dos ramos	70 -90	0,60 - 0,70
	Indução floral - PBZ	90 - 120	0,75 - 0,80

Fonte: Simão et al. (2004).

O coeficiente de localização (Kl) foi calculado conforme Fereres (1981), descrito por Bernardo et al. (2006), analisando a área sombreada pela planta e molhada pelo microaspersor, prevalecendo sempre o maior valor (Equações 1, 2 e 3).

$$K_l = 1 \quad \text{Se, } P \geq 65\% \quad [1]$$

$$K_l = 0,0109 P + 0,30 \quad \text{Se, } 20\% < P < 65\% \quad [2]$$

$$K_l = 0,0194 P + 0,1 \quad \text{Se, } P \leq 20\% \quad [3]$$

em que P é percentagem da área molhada ou sombreada (%), prevalecendo o maior valor.

Para o manejo da irrigação nos diferentes tratamentos a evapotranspiração da cultura foi determinada a partir da equação 4:

$$ET_c = ET_0 K_c K_l \quad [4]$$

em que ET<sub>c</sub> é evapotranspiração da cultura, mm dia<sup>-1</sup>; ET<sub>0</sub>, evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>; K<sub>c</sub>, coeficiente de cultura, adimensional; e K<sub>l</sub>, coeficiente de localização, adimensional (ALLEN et al., 1998).

O tempo de irrigação (Ti) por dia, utilizado para cada tratamento, foi calculado através da equação 5, recomendada por Goodwin e Boland (2000) e adotada por Cotrim et al. (2011), Santos et al. (2013 e 2014) e Santos e Martinez (2013), considerando a eficiência de aplicação de 0,90.

$$T_i = \frac{ET_c R_p E_1 E_2}{n_e q E_a} \quad [5]$$

em que  $T_i$  é tempo de irrigação ( $\text{h dia}^{-1}$ );  $R_p$ , reposição da  $ET_c$  para cada tratamento (decimal);  $E_1$ , espaçamento entre fileiras de plantas (m);  $E_2$ , espaçamento entre plantas dentro da fileira (m);  $n_e$ , quantidade de emissores por planta;  $q$ , vazão do emissor ( $\text{L h}^{-1}$ ); e  $E_a$ , eficiência de aplicação (decimal).

Estas determinações foram realizadas utilizando o software IRRIMANGA, ferramenta computacional para obtenção da evapotranspiração e cálculo do tempo de irrigação para o manejo da cultura da manga (SANTOS, 2012).

As precipitações que ocorreram na área experimental foram quantificadas e descontadas da evapotranspiração da cultura para obtenção do tempo de irrigação.

A demanda hídrica da mangueira foi suprida por meio da irrigação nos dois ciclos da cultura, utilizando-se o sistema de microaspersão, conforme Figuras 4 e 5. Observa-se que no primeiro ano de cultivo o retorno da irrigação com 100% da  $ET_c$  ocorreu no dia 17 de julho enquanto que para o segundo ciclo de cultivo ocorreu no dia 11 de julho.

As características químicas do Neossolo Flúvico, (macronutrientes e micronutrientes), do local do experimento estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3. As características químicas do solo foram determinadas de acordo com Defelipo e Ribeiro (1997). Os valores estão divididos em quatro camadas de 0,25 m, num perfil de 1 m no solo, onde há maior concentração do sistema radicular da mangueira (SANTOS et al., 2013).

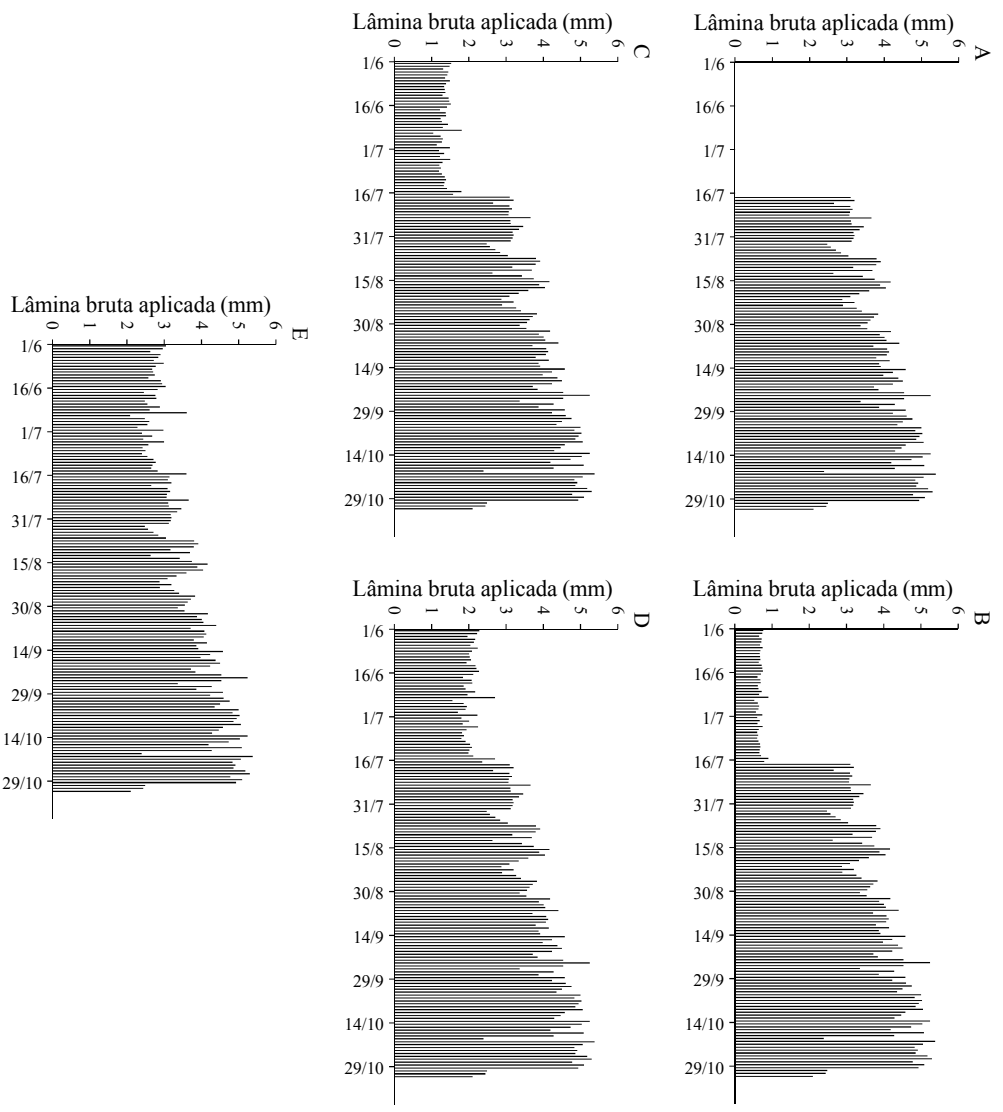


Figura 4 - Lâminas bruta aplicada diariamente na irrigação da mangueira 'Tommy Atkins', para o tratamento 1 (A), tratamento 2 (B), tratamento 3 (C), tratamento 4 (D) e o tratamentos 5 (E), no ano de 2012 sob microaspersão. Guanambi, BA.

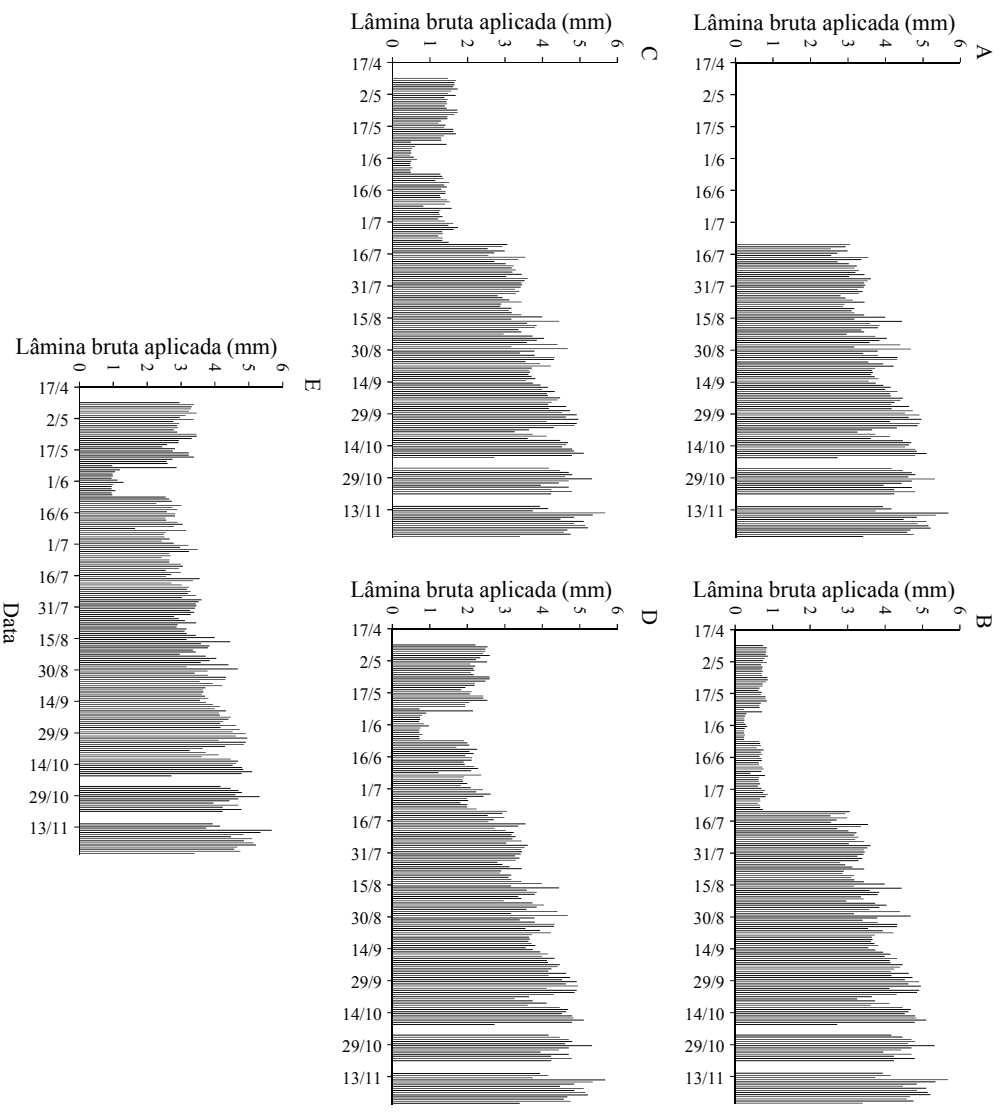


Figura 5 - Lâminas bruta aplicada diariamente na irrigação da mangueira ‘Tommy Atkins’, para o tratamento 1 (A), tratamento 2 (B), tratamento 3 (C), tratamento 4 (D) e o tratamentos 5 (E), no ano de 2013 sob microaspersão. Guanambi, BA.

Tabela 2 - Características químicas do Neossolo Flúvico. Guanambi, BA

Camadas	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC (T)	CTC (t)	V	m
m	em água	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				(%)	
0,00 - 0,25	7,12	1,63	190,40	301,00	5,43	1,84	0,00	1,30	8,04	9,34	8,04	86,10	0,00
0,25 - 0,50	7,23	1,26	55,50	171,00	5,16	1,88	0,00	1,10	7,48	8,58	7,48	87,20	0,00
0,50 - 0,75	7,72	0,50	23,10	17,00	2,08	0,94	0,00	1,10	3,06	4,16	3,06	73,60	0,00
0,75 - 1,00	7,72	1,63	15,30	38,00	5,03	2,62	0,00	0,50	7,75	8,25	7,75	93,90	0,00

Tabela 3 - Teores de micronutrientes do Neossolo Flúvico. Guanambi, BA.

Camadas	Cu	Fe	Mn	Zn
m	mg dm <sup>-3</sup>			
0,00 - 0,25	1,42	64,60	71,90	5,84
0,25 - 0,50	2,63	100,70	50,80	1,77
0,50 - 0,75	2,73	116,90	17,50	0,41
0,75 - 1,00	1,21	171,60	37,40	0,96

Os atributos físico-hídricos do solo da área experimental foram determinados segundo Embrapa (1997) e estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 - Características físico-hídricas do solo da área em estudo. Guanambi, BA

Camada	Areia		Silte	Argila	Massa específica do solo	Massa específica das partícula	Umidade do solo 10 KPa	Umidade do solo 1500 KPa
m	Grossa	Fina	g kg <sup>-1</sup>		kg dm <sup>-3</sup>		10 KPa	1500 KPa
							m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	
0,00 - 0,25	80	410	270	240	1,62	2,51	0,43	0,15
0,25 - 0,50	50	430	280	240	1,38	2,58	0,37	0,12
0,50 - 0,75	10	760	120	110	1,34	2,62	0,19	0,05
0,75 - 1,00	0	160	520	320	1,31	2,66	0,54	0,16

A umidade do solo foi monitorada diariamente durante o período experimental. Uma unidade experimental, mangueira, foi selecionada de cada tratamento e nas profundidades de 0,125; 0,375; 0,625 e 0,875 m foram instalados um sensor de umidade tipo “guia de onda”, representando as camadas do solo de 0,00 – 0,25; 0,25 – 0,50; 0,50 – 0,75 e 0,75 – 1,00 m. Os sensores foram inseridos nas paredes de trincheiras abertas há um metro do tronco da planta, de maneira a não sofrer interferência de possíveis

alterações na densidade do solo no interior da trincheira. A coleta dos dados foi realizada manualmente por meio de um computador portátil conectado a um equipamento de “Time Domain Reflectometry” (TDR), alimentado por uma bateria de 12 v. Os equipamentos eram transportados para o local das leituras por um carro construído e adaptado para locomoção entre as mangueiras. As leituras das constantes dielétricas do solo ( $K_a$ ) medidas pelo TDR eram registradas em cadernetas de campo em três períodos do dia, antes da irrigação, depois da irrigação e ao final do dia.

A umidade do solo função da leitura do TDR foi estimada pela equação de calibração segundo Santos e Martinez (2013). A calibração da TDR, ou seja, a obtenção da relação entre o valor da constante dielétrica lido pela TDR e o teor de água do solo foi realizada com amostras deformadas conforme Santos et al. (2010). Os teores de água do solo foram obtidos por análise gravimétrica, da saturação até valores próximos ao ponto de murcha permanente. Os modelos para estimativa do teor de água no solo (Tabela 5) foram obtidos através do ajuste dos dados da constante dielétrica do solo e do teor de água a base de volume ( $\theta$ ).

Tabela 5 - Modelos para estimativa do teor de água no solo do pomar de mangueiras ‘Tommy Atkins’, Guanambi, BA

Camadas (m)	Equações de Calibração
0,00 - 0,25	$\theta = 0,000023K_a^3 - 0,001474K_a^2 + 0,043010K_a - 0,256019, R^2 = 0,98$
0,25 - 0,50	$\theta = 0,012121K_a - 0,059308, r^2 = 0,96$
0,50 - 0,75	$\theta = 0,012230K_a - 0,066887, r^2 = 0,96$
0,75 - 1,00	$\theta = 0,013641 K_a - 0,059207, r^2 = 0,99$

Fonte: Santos e Martinez (2013).

A curva ajustada aos pares de dados teor de água no solo e tensão está representada na Figura 6.

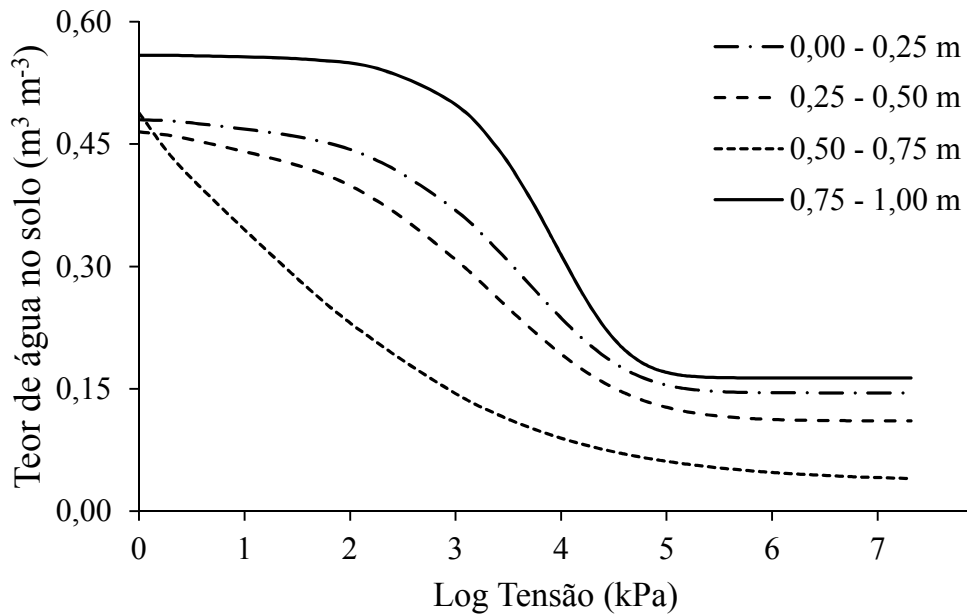


Figura 6 - Curva de retenção do solo da área experimental para as quatro profundidades estudadas. Guanambi, BA.

O ajuste da equação de Van Genuchten, (1980), aos dados experimentais resultou nos parâmetros apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros da equação de Van Genuchten (1980) para o solo utilizado no experimento

Camadas (m)	$\alpha$	$m$	$n$	$\theta_r$	$\theta_s$
	$\text{cm}^{-1}$			$\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$	
0,00 - 0,25	0,0003	7,5483	1,0185	0,1270	0,5050
0,25 - 0,50	0,0004	8,8314	1,1568	0,1090	0,4260
0,50 - 0,75	0,0009	5,2043	1,6571	0,0460	0,2090
0,75 - 1,00	0,0009	3,9030	1,7930	0,1890	0,6850

O uso de sonda TDR como equipamento de mensuração de umidade ocorreu por ser um instrumento que apresenta um tempo de resposta muito pequeno a variações de umidade, além de ser instalado sem necessidade de uma alteração na superfície do solo permanente. Os valores de umidade do solo nas quatro profundidades antes e depois da irrigação foram registrados apenas no primeiro ciclo de produção avaliado,

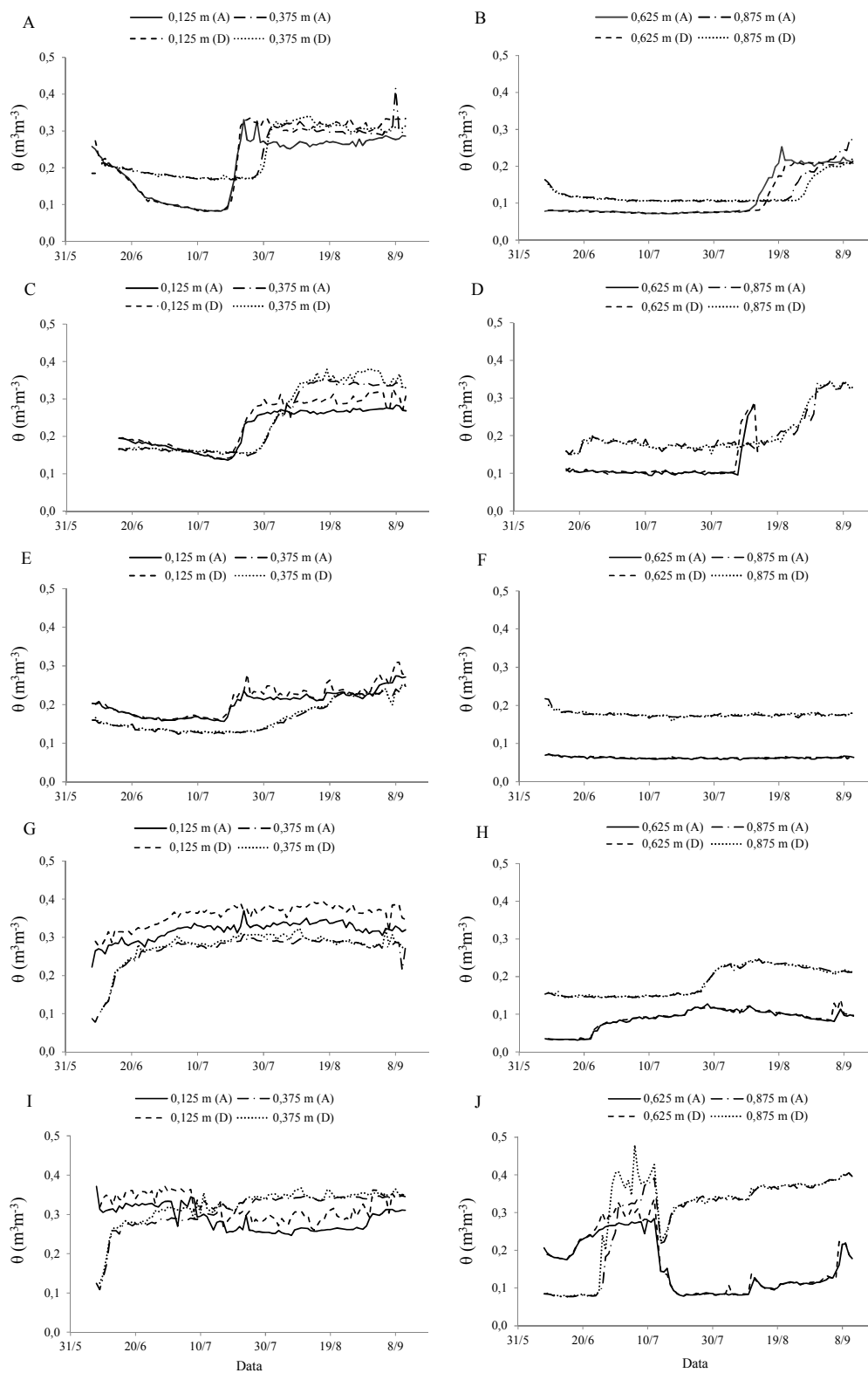
para as diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação (Figura 7), devido à indisponibilidade de equipamento no ano posterior.

As amostragens foliares foram realizadas nas fases de florescimento e de frutificação para os dois ciclos da cultura. A amostragem foi realizada nas 30 unidades experimentais, nos quatro pontos cardeais, sendo 12 folhas por planta totalizando 360 folhas no pomar por amostragem. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e encaminhadas para análise no Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional Norte de Minas no município de Nova Porteirinha, MG.

Nas amostras foliares, determinaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg e S ( $\text{dag kg}^{-1}$ ), e de B, Cu, Fe, Mn e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), de acordo com Malavolta et al. (1997): N, digestão sulfúrica com o método Kjeldahl; P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, e Na, digestão nítrico-perclórica; e B, digestão via seca.

As mensurações dos índices de clorofila foram realizadas no segundo ciclo produtivo com auxílio do medidor ClorofiLOG, Falker modelo CFL 1030®, (Figura 8), operado de acordo com as especificações do fabricante (FALKER, 2008). As medições foram realizadas na posição central de folhas intactas, sempre no horário do meio dia nos quatro pontos cardeais da planta para obtenção de valores médios. Foram mensurados os índices de clorofila A (*Chla*), clorofila B (*Chlb*) e clorofila Total (*Chlt*). No primeiro ciclo não foram realizadas leituras dos índices de clorofila devido à indisponibilidade do equipamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificação da significância das interações ou de efeitos independentes dos fatores testados e compararam-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII), T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), T3 (50% da ETc na FI e 100% na FII), T4 (75% da ETc na FI e 100% na FII) e T5 (100% da ETc em FI e FII).

Figura 7 - Teor de água no solo cultivado com mangueira 'Tommy Atkins' nas camadas 0,00 – 0,25 m, 0,25 – 0,50 m, 0,50 – 0,75 m e 0,75 – 1,00 m para o tratamento 1 (A) e (B); tratamento 2 (C) e (D); tratamento 3 (E) e (F); tratamento 4 (G) e (H) e o tratamento 5 (I) e (J). Guanambi, BA, 2012.

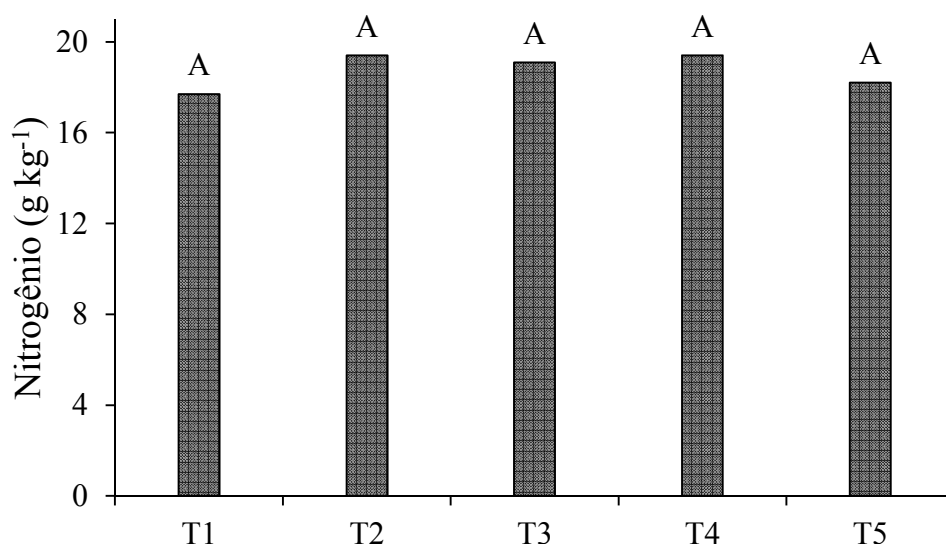


Figura 8 - Avaliação dos índices de clorofila em mangueira 'Tommy Atkins' utilizando o ClorofiLOG. Guanambi, 2013.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação a 5% de probabilidade entre as diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de cultivo, ETc, ciclos produtivos e fases fenológicas avaliadas para os teores de nutrientes em folhas de mangueira 'Tommy Atkins'. As diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação utilizadas no processo de indução floral da mangueira também não influenciaram de forma independente os teores foliares de nutrientes, com exceção para o nitrogênio, indicado na análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, contudo não comprovado pelo teste de Tukey (Figura 9). Mesmo com teste F significativo ( $p = 0,049$ ), não foi observada diferença significativa pelo teste de Tukey, o que pode estar associado ao erro tipo II decorrente do rigor excessivo do teste (PIMENTEL GOMES, 2009).

As pulverizações foliares de nitrato de cálcio, por ocasião do processo de indução floral, favoreceram as altas concentrações do nutriente nas folhas dos diferentes tratamentos. Os teores de N estão acima da faixa de suficiência de 12 a 14  $\text{g kg}^{-1}$  (SILVA et al., 2002) para florescimento e frutificação da mangueira. O nitrogênio é considerado o nutriente manipulador do crescimento em mangueiras, pois há um antagonismo entre crescimento e florescimento, considerando-se a relação existente entre surtos vegetativos/florescimento/frutificação (SILVA et al., 2004). Contudo, o seu teor em excesso está associado à incidência de colapso interno, particularmente quando considerada a sua relação com o cálcio.



T1 (0% da ETC, sem irrigação), T2 (redução da lâmina para 25% da ETC), T3 (redução da lâmina para 50% da ETC), T4 (redução da lâmina para 75% da ETC) e T5 (irrigação completa, 100% da ETC). Médias seguidas por letras iguais na barra do gráfico não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 9 - Teores foliares médios de nitrogênio em mangueira 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes estratégias de redução de lâminas de irrigação. Guanambi, BA, 2012-2013.

Interações significativas a 5% de probabilidade entre fases e ciclos foram registradas somente quanto aos teores foliares de P, K, Mg e Cu (Tabela 7). Os teores de P, K, Mg e Cu nas folhas da mangueira 'Tommy Atkins' diferiram a 5% de probabilidade entre os estádios de florescimento e frutificação em ambos os ciclos avaliados, com maiores valores observados no florescimento. Exceção foi registrada para o Mg no ciclo II, cujos valores foram similares.

Tabela 7 - Teores foliares médios de fósforo, potássio, magnésio e cobre nas fases de florescimento e frutificação em dois ciclos produtivos da mangueira 'Tommy Atkins'. Guanambi, BA, 2012-2013

Fases	Fósforo		Potássio		Magnésio		Cobre	
	(g kg <sup>-1</sup> )							
	I	II	I	II	I	II	I	II
Florescimento	1,3Aa	1,3Aa	12,4Aa	9,9Ab	3,0Aa	2,6Ab	3,29Aa	2,70Ab
Frutificação	0,9Bb	1,0Ba	9,7Ba	8,8Bb	2,4Ba	2,6Aa	2,14Ba	2,19Ba
CV (%)	17,14		14,85		21,65		32,64	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores de fósforo para as duas fases de desenvolvimento da cultura e para os dois ciclos estudados variaram de 0,9 g kg<sup>-1</sup> a 1,3 g kg<sup>-1</sup>, estando de acordo com os teores encontrados por Costa Pinto et al. (2010) em pomares de mangueira 'Tommy Atkins' de alta produtividade. Estes valores encontram-se dentro da faixa adequada para o florescimento e frutificação em mangueiras que é de 0,8 kg<sup>-1</sup> a 1,6 g kg<sup>-1</sup>, conforme Silva et al. (2002).

O potássio nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' expressou teores acima do considerado adequado, 5 g kg<sup>-1</sup> a 10g kg<sup>-1</sup>, conforme Silva et al. (2002), apenas na fase de florescimento do primeiro ciclo. Medeiros et al. (2004) relatam, que o teor foliar de K é comumente superior no florescimento quando comparado com outras fases fenológicas da cultura da mangueira. Da fase de floração para a de frutificação, os teores de K nas folhas decresceram, evidenciando uma grande translocação deste nutriente das folhas para os frutos (MEDEIROS et al., 2005). O K<sup>+</sup> está relacionado à fotossíntese, ao transporte de carboidratos, à regulação hídrica e osmótica da planta e por isso, à proteção anti fatores de estresses abióticos (MARSCHNER, 2012). Na região da folha deficiente em K há acúmulo de putrescina, o que provoca senescência e necrose. A deficiência manifesta-se pela migração do elemento da ponta e das margens das folhas para a região central, das folhas velhas para as novas e das folhas para os frutos, maior dreno de K na fase de frutificação, pois o elemento tem alta mobilidade na planta, nas células e tecidos, é um elemento não estrutural.

Os resultados para os teores de fósforo e potássio podem ser explicados pelo fato destes elementos serem exportados em grandes proporções para os frutos da mangueira (COSTA et al., 2011). Assim, como os órgãos reprodutivos são drenos preferenciais, a tendência é que estes elementos sejam mobilizados da folha para os frutos (DIAS et al., 2013). Resultados semelhantes foram observados por Salomão et al. (2006) ao estudarem a variação na composição mineral de folhas e caule de lichieira. Durán Zuazo et al. (2011) também observaram diminuição nas concentrações foliares de K e P à medida que o florescimento da mangueira avançava.

O excesso de potássio, pode ter sido causador da deficiência de Mg nas folhas da mangueira na fase de frutificação no primeiro ciclo. De acordo as recomendações de Silva et al. (2002), baseado em trabalhos da literatura, os valores adequados para o Mg variam de 2,5 g kg<sup>-1</sup> a 5 g kg<sup>-1</sup>. A absorção deste nutriente pode ser inibida com elevados teores de potássio. Isto também foi verificado por Galli et al. (2009) avaliando o estado nutricional de variedades de mangueiras conduzidas organicamente. No

segundo ciclo de cultivo não ocorreu diferença significativa do nutriente para as fases analisadas, permanecendo também dentro da faixa recomendada.

Os teores de cobre nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' foram maiores na fase do florescimento para os dois ciclos estudados. No entanto, permaneceram abaixo do recomendado,  $10 \text{ g kg}^{-1}$  a  $50 \text{ g kg}^{-1}$ , por Silva et al. (2002). Isso provavelmente ocorreu devido aos baixos teores do nutriente no solo, mas principalmente as baixas concentrações foliares de cátions metálicos como  $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$  e  $\text{Zn}^{++}$  em regiões semiáridas, estão associados às altas concentrações de cobre no solo, indicando restrição na disponibilidade desse nutriente para as plantas, por exemplo, pelo elevado pH, normalmente acima de 7,0 (Tabela 2). Adicionalmente as argilas de alta atividade predominantes no solo do presente estudo, altamente eletronegativas, contribuem para formação de complexos de esfera interna com esses cátions metálicos, a exemplo do cobre, diminuindo drasticamente a sua disponibilidade. Resultado semelhante às concentrações no solo foi reportado por Cotrim (2009), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação na mesma área de estudo. Politiet al. (2012) e Costa Pinto et al. (2010) estudando o estado nutricional em mangueiras constataram frequentes deficiências de cobre nos pomares do semiárido nordestino. Apesar das adubações realizadas nos dois ciclos do referido nutriente ainda foram identificados baixas concentrações foliares. Embora os teores tenham ficado abaixo do recomendado, não foram evidenciados na planta sintomas de deficiência do nutriente. Também a fonte de fertilizante utilizada, silicatos, fritas, FTE para fornecimento de micronutrientes, apresenta baixa reatividade e solubilidade, particularmente em solos com pH maiores que 6,5.

Comparando os teores de nutrientes foliares entre os ciclos constata-se que K, Mg e Cu no florescimento foram maiores no primeiro ciclo. Enquanto na fase de frutificação P foi mais alto nas folhas da mangueira 'Tommy Atkins' no ciclo II e K no ciclo I. Possivelmente isso ocorreu devido a adubações anteriores, seguido de períodos com restrição hídrica.

Maiores teores de fósforo no segundo ciclo na frutificação podem estar relacionados à baixa produtividade do pomar neste ciclo indicando baixa translocação do elemento para os frutos, dreno fraco, pois a translocação é dependente do tamanho do dreno. Também o pH elevado (COTRIM, 2009) contribui para isso.

De maneira geral, os teores dos nutrientes sofreram alterações com a idade dos tecidos. Para Medeiros et al. (2005) e Costa et al. (2011b), em trabalhos com

mangueiras, os elementos com grande mobilidade no floema como fósforo, potássio e magnésio têm tendência definida de decréscimos com a idade das folhas.

Os teores dos nutrientes N, Ca, B, Fe, Mn e Na nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' diferiram, a 5% de probabilidade, entre os estádios de florescimento e frutificação, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas e dos ciclos produtivos (Tabela 8). Com exceção do nitrogênio, cujos teores foram maiores na fase de florescimento e do zinco os quais foram similares entre as fases, os demais elementos expressaram maior teor na fase de frutificação quando comparado ao florescimento.

Tabela 8 - Teores foliares médios de nitrogênio, cálcio, boro, ferro, manganês, zinco e sódio nas fases de florescimento e frutificação de mangueiras 'Tommy Atkins'. Guanambi, BA, 2012-2013

Fases	Nitrogênio	Cálcio	Boro	Ferro	Manganês	Zinco	Sódio
	(g kg <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )				
Florescimento	20,0A	20,0B	25,66B	80,07B	167,30B	18,37A	80,50B
Frutificação	17,5B	27,2A	54,19A	117,06A	254,15A	15,64A	132,84A
CV (%)	14,27	24,84	33,43	53,99	54,61	45,29	34,58

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O maior valor expresso pelo teor de N nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' na fase de florescimento, bem como os seus teores acima dos valores de referência, 12 g kg<sup>-1</sup> a 14 g kg<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2002), nas duas fases, pode ser decorrente das aplicações de nitrato de cálcio, para o manejo da indução floral, que ocorreu antes da amostragem das folhas. Valores superiores aos recomendados em literatura também foram encontrados por Rozane et al. (2007), ao avaliarem o tamanho da amostra foliar em pomares de mangueiras. Segundo Costa et al. (2011b), o nitrogênio pode sofrer variações temporárias em função da adubação.

Maiores teores de Ca, B, Fe, Mn e Na foram observados no período de frutificação em relação à floração, enquanto que os teores de zinco não diferiram significativamente para as fases em estudo. O aumento nos teores dos nutrientes entre as fases de florescimento e frutificação pode está associado ao aumento da lâmina de irrigação no período de frutificação, 100% da ETC, o que possibilita melhor fluxo

difusivo desses nutrientes no solo, pois Ca, B, são elementos de baixa mobilidade na planta.

Dentre os fatores abióticos, a água desempenha papel fundamental na eficiência de aproveitamento do Ca, visto que a maior parte do elemento entra na planta via fluxo de massa. Como o vaso condutor ascendente é o xilema, e a redistribuição do Ca na planta é insignificante, quando há vários drenos envolvidos, o cálcio desloca-se preferencialmente nos frutos (AULAR; NATALE, 2013). Contudo o dreno preferencial são as folhas, para o Ca e o B devido à sua baixa redistribuição pelo floema.

Os teores de Ca, Fe, Mn e Zn estão de acordo com valores reportados em literatura por Silva et al. (2002). Resultados semelhantes foram observados por Pinto et al. (2011) em pomares de pequenos produtores de manga no Sertão da Bahia.

Apenas na fase de florescimento os teores de boro analisados estiveram abaixo dos níveis adequados (50 a 100 mg kg<sup>-1</sup>), no entanto, não atingiram os níveis de deficiência (10 mg kg<sup>-1</sup>) referidos por Silva et al. (2002). Galli et al. (2009) também verificaram teores inferiores aos recomendados ao avaliarem o nível de nutrientes em mangueiras no estado de São Paulo. Valores diferentes foram identificados por Politi et al. (2012), que encontraram concentrações superiores às relatadas em literatura avaliando o estado nutricional em pomares de mangueiras no Submédio do Vale do São Francisco.

Os teores dos nutrientes N, B, Fe, Zn e Na nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' diferiram a 5% de probabilidade entre os dois ciclos produtivos avaliados, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas e das fases fenológicas (Tabela 9).

Verifica-se que os teores de nitrogênio foram similares entre os ciclos, provavelmente devido às pulverizações com fertilizante a base de nitrato para quebra de dormência das gemas no processo de indução do florescimento. Diferenças significativas nos teores foliares dos nutrientes B, Fe, Na e Zn foram identificadas para os dois ciclos em estudo. Os menores valores ocorreram no ciclo I para o B, Fe e Na, enquanto para o zinco, o menor valor ocorreu no ciclo II.

Tabela 9 - Teores foliares médios de nitrogênio, boro, ferro, zinco e sódio em dois ciclos de cultivo de mangueiras 'Tommy Atkins'. Guanambi, BA, 2012-2013

Ciclos	Nitrogênio	Boro	Ferro	Zinco	Sódio
	(g kg <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )		
Ciclo I	19,3A	34,40B	87,12B	20,01A	89,41B
Ciclo II	18,3A	45,45A	110,01A	14,00B	123,94A
CV (%)	14,27	33,43	53,99	45,29	34,58

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A variação do status nutricional nas folhas, conforme o estágio fenológico no qual foi realizada a amostragem pode estar associada a diversos fatores relacionados à fisiologia da planta, como exigências provenientes da frutificação, da emissão de ramos vegetativos e reprodutivos (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). A variação entre anos, ciclos, pode estar relacionada a variáveis meteorológicas, como temperatura, radiação, precipitação, entre outros, uma vez que, tais variáveis, podem interferir no comportamento fisiológico e nutricional das plantas (FAGERIA et al., 2009), pois influenciam nos processos de transporte de nutriente no solo e sua consequente absorção pela planta. Outro fato que também pode ter contribuído com o aumento da concentração no segundo ciclo é a paralisação do crescimento das plantas, ou seja, apesar das adubações e irrigações fornecidas de um ciclo para o outro, poucas plantas emitiram brotações, sendo parte do material coletado para análise proveniente de folhas mais velhas na planta, em adição à baixa produtividade do pomar no segundo ciclo, o que constitui um dreno fraco.

Os índices de clorofila mensurados nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' diferiram a 5% de probabilidade entre leituras, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas (Tabela 10). Observa-se diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste e Tukey entre a leitura 4, leitura 1e as demais leituras para clorofila A, enquanto que para os índices de clorofila B e clorofila apenas a leitura 4 diferiu das demais. A diferença da leitura 4 em comparação às demais possivelmente ocorreu devido melhores condições ambientais no período. Como observado na Figura 2, ocorreu precipitação na primeira semana do mês de novembro, período de realização da leitura 4, favorecendo melhoria nas funções fisiológicas da planta devido a

diminuição do estresse ambiental causado pelas altas temperaturas, baixa umidade relativa e velocidades do vento acima da média ocorrido em dias anteriores.

Tabela 10 - Índice de clorofila a (*Chl a*), clorofila b (*Chl b*), clorofila total (*Chl t*) em mangueira 'Tommy Atkins', no segundo ciclo de cultivo. Guanambi, BA, 2013

Leituras	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
1	30,64 B	13,18 B	43,82 B
2	30,15 BC	12,44 B	42,58 B
3	29,83 BC	12,43 B	42,26 B
4	36,23 A	15,12 A	51,35 A
5	29,13 C	12,87 B	42,00 B
6	29,20 BC	11,99 B	41,18 B
7	29,20 BC	12,75 B	42,00 B
8	29,20 BC	12,59 B	42,31 B
9	29,20 C	12,20 B	41,12 B
CV(%)	6,13	13,97	8,35

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os índices de clorofila são altamente relacionados com os teores de nitrogênio na planta. No entanto, apesar dos altos índices do nutriente nas análises foliares, os baixos teores de clorofila possivelmente indicam a influência das pulverizações do nitrato nas plantas, ou seja, os teores encontrados não condizem com o que a planta possui. Ribeiro et al. (2010) utilizando um clorofilômetro SPAD-502, em pomares de mangueiras cultivados em conforto hídrico, encontraram valores de clorofila total, que variaram de 53,25 a 60,25 com teores de nitrogênio de 4,90 a 8,75 g kg<sup>-1</sup>.

#### 4. CONCLUSÕES

Os teores de P, K, Mg e Cu nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variaram entre fases e ciclos, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas no processo de indução floral.

Os teores de N, Ca, B, Fe, Mn e Na nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variam com os estádios de florescimento e frutificação e com os ciclos produtivos, de forma independente.

Os teores foliares de nitrogênio ficaram acima da faixa de suficiência nos diferentes estádios de desenvolvimento e ciclos avaliados.

Os teores de clorofila a, b e total variaram com a época da leitura, de forma independente.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BASSOI, L.H. Oportunidade para irrigação com déficit no semiárido. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 4, 2012, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2012.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

COSTA PINTO, P.A.; ALVAREZ, L.E.D.; CHOUDHURY, M.M.; VIEIRA, G. Avaliação do estado nutricional da mangueira ‘Tommy Atkins’ no Submédio do vale do rio São Francisco: cálculo dos índices DRIS. **Recursos Rurais**, n. 6, p. 5-13, 2010.

COSTA, M.E.; CALDAS, A.V.C.; OLIVEIRA, A.F.M.; GURGEL, M.T.; SILVA, R.M. Caracterização nutricional da mangueira ‘Tommy Atkins’ em função da adubação nitrogenada. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 16-22, 2011.

COSTA, M.E.; CALDAS, A.V.C.; SOUZA, W.C.M.; GURGEL, M.T.; SILVA, R.M. Caracterização nutricional da mangueira ‘Tommy Atkins’ em função da adubação potássica. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 16-22, 2011.

COTRIM, C.E. **Otimização da irrigação localizada em pomares de manga no semi-árido baiano**. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo, metodologia**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 26 p.

DIAS, J.R.M.; TUCCI, C.A.F.; WADT, P.G.S.; PARTELLI, F.L.; PEREZ, D.V.; CURITIBA, M.E.; TOMIO, D.B. Antecipação do período de diagnose foliar em laranjeira 'Pêra' no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p. 757-764, 2013.

DURÁN ZUAZO, V.H.; RODRÍGUEZ, P.C.R.; FRANCO, T.D. Impacto da irrigação com déficit sustentado no crescimento das árvores, nutrição mineral, produção e qualidade de frutos de manga em terraços pomar. **Frutas**, v. 66, p. 257-268, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; MOREIRA, A.; GUIMARÃES, C.M. Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, p. 1044-1064, 2009.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Manual do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLOG CFL 1030**. Porto Alegre, 2008. 4 p.

FERNANDES, F.M.; NASCIMENTO, V.M. Fertilidade do solo e nutrição da mangueira. In: ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIM, L. **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p. 179-198.

GALLI, J.A.; SILVEIRA, L.C.P.; MICHELOTTO, M.D.; MARTINS, A.L.M. Avaliação da incidência de antracnose, do desempenho e estado nutricional de variedades de mangueira, para cultivo orgânico, na região centro-norte do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 701-709, 2009.

GOODWIN, I.; BOLAND, A.M. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. In: **Deficit irrigation practices**. Roma: FAO, 2000. p. 67-78. (Water Reports, 22).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ba&tema=lavourapermanente>> Acesso em: 04 mar. 2014.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. London: Elsevier, 2012. 651 p.

MEDEIROS, A.A.; AMORIM, J.R.A.; SILVA, D.J.; GUEDES, F.K.; GUERRA, A.G.; DANTAS, J.A. **Composição mineral de folhas de mangueira e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira em cultivo irrigado no Rio Grande do Norte**. Natal, RN: EMPARN, 2005. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

MEDEIROS, A.A.; AMORIM, J.R.A.; SILVA, D.J.; DANTAS, J.A.; GUERRA, A.G. Mineral composition of leaves and fruits of irrigated mango trees in Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 645, p.403-410, 2004.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PINTO, J.M.; SILVA, D.J.; MOUCO, M.A.C.; CALGARO, M.; FLORI, J.E.; COSTA, D.B. Produção de manga e banana orgânicas em área de pequenos produtores do sertão da Bahia. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

POLITI, L.S.; FLORES, R.A.; SILVA, J.A.S.; WADT, P.G.S.; PINTO, P.A.C.; PRADO, R.M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 11-18, 2013.

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

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 póscolheita da mangueira cv. Haden no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 5, n 3, p. 214-224, 2011.

RIBEIRO, D.P.; SOUZA, T.V.; SÁ, J.R.; CORSATO, C.E. Variação da medida SPAD, conteúdo de clorofilas e teor de nitrogênio em folhas de mangueiras Tommy Atkins. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2010. **Anais...** 2010.

ROZANE, D.E.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; BARBOSA, J.C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 371-376, 2007.

SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; PEREIRA, M.E.C. Acúmulo de macro e micronutrientes nas folhas e caules do ramo produtivo da lichieira 'Bengal' durante um ano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 9-14, 2006.

SANTOS, M.R.; ZONTA, J.H.; MARTINEZ, M.A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 299-308, 2010.

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

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, n. 3, p. 7-16, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R. Gas exchanges of Tommy Atkins mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1141-1153, 2013.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 362-369, 2014.

SANTOS, M.R.; ZONTA, J.H.; MARTINEZ, M.A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 299-308, 2010.

SIMÃO, A.H.; MANTOVANI, E.C.; SIMÃO, F.R. Irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira. In: ROZANE, D.E. et al. **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p. 233-302.

SILVA, D.J.; PEREIRA, J.R.; MOUCO, M.A.C.; ALBUQUERQUE, J.A.S.; RAIJ, B. van; SILVA, C.A. **Nutrição mineral e adubação da mangueira em condições irrigadas**. Brasília: MAPA, 2004. (Circular Técnica).

SILVA, D.J.; QUAGGIO, J.A.; PINTO, P.A.C.; PINTO, A.C.Q.; MAGALHÃES, A.F.J. Nutrição e adubação. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. (Eds.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 191-221.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the conductivity of un saturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

## CONCLUSÕES GERAIS

Manejo de irrigação com PRD e RDI apresentou maiores produtividades e números de frutos nas classes de peso de 350 e 550 g.

As fases de expansão e maturação fisiológica do fruto são mais apropriadas para aplicação da RDI com 50% e 75% da ETc sem prejuízo à produtividade na cultura da mangueira e com maior eficiência do uso da água.

A estratégia de irrigação lateralmente alternada, PRD a cada 15 dias com 40% da ETc, proporciona maior EUA na mangueira.

As taxas de fotossíntese e de transpiração de mangueira 'Tommy Atkins' nas fases de florescimento e frutificação são maiores às 8:00 que às 14:00 horas, independentemente das estratégias de redução de lâminas de irrigação utilizadas.

Estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral conduzem a menores valores de fotossíntese, transpiração e de potencial hídrico foliar da mangueira 'Tommy Atkins' na fase de florescimento.

As características produtivas não foram influenciadas pelas estratégias de redução de lâminas de irrigação no processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins', apenas pelos ciclos avaliados.

As estratégias de redução de lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração do cultivo, ETc, T1 (0% da ETc, sem irrigação na FI e 100% na FII) e T2 (25% da ETc na FI e 100% na FII), são adequadas ao processo de indução floral da mangueira 'Tommy Atkins'.

Os teores de P, K, Mg e Cu nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variaram entre fases e ciclos, independentemente das estratégias de redução de lâminas utilizadas no processo de indução floral.

Os teores de N, Ca, B, Fe, Mn e Na nas folhas de mangueira 'Tommy Atkins' variam com os estádios de florescimento e frutificação e com os ciclos produtivos, de forma independente.

Os teores foliares de nitrogênio ficaram acima da faixa de suficiência nos diferentes estádios de desenvolvimento e ciclos avaliados.

Os teores de clorofila a, b e total variaram com a época da leitura, de forma independente.