



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

VICTOR PIMENTA MARTINS DE ANDRADE

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DA
MANGUEIRA 'KENT' NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

MOSSORÓ

2021

VICTOR PIMENTA MARTINS DE ANDRADE

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DA
MANGUEIRA ‘KENT’ NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação e Salinidade

Orientador: Prof. Dr. Nildo da Silva Dias

Coorientador: Dr. Welson Lima Simões

MOSSORÓ

2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

AA553 Andrade, Victor Pimenta Martins.
e Estratégias de manejo de irrigação para o cultivo da mangueira 'Kent' no Semiárido brasileiro / Victor Pimenta Martins Andrade. - 2021.
77 f. : il.

Orientador: Nildo Silva Dias.
Coorientador: Welton Lima Simões.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2021.

1. Mangicultura. 2. Déficit hídrico controlado. 3. Fitotecnia. 4. Mangifera indica L.. I. Silva Dias, Nildo, orient. II. Lima Simões, Welton, coorient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

VICTOR PIMENTA MARTINS DE ANDRADE


**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DA
MANGUEIRA 'KENT' NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia
do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação e
Salinidade

Defendida em: 06 / 05 / 2021.

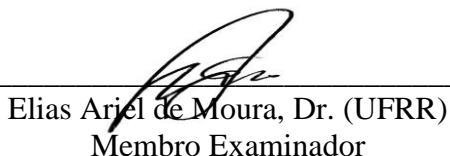
BANCA EXAMINADORA



Nildo da Silva Dias, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



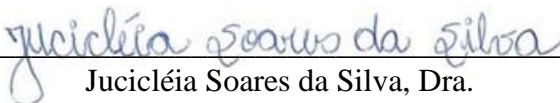
Welson Lima Simões, Dr. (EMBRAPA Semiárido)
Membro Examinador



Elias Ariel de Moura, Dr. (UFRR)
Membro Examinador



Vladimir Batista Figueirêdo, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Jucicléia Soares da Silva, Dra.
Membro Examinador

Aos meus pais, à minha esposa e à minha
filha, meus bens mais preciosos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por sempre me incentivar a seguir os meus estudos e me apoiar nos momentos difíceis. Chegar até aqui foi a realização de um sonho para mim e, se cheguei, foi por vocês!

Ao meu coorientador, D. Sc. Welson, que foi meu orientador na execução da pesquisa, pela paciência, pelo valioso conhecimento que me transmitiu e por ter guiado minha vida acadêmica desde o mestrado.

Ao meu orientador, D. Sc. Nildo, por ter aceitado essa missão de orientar uma pesquisa em andamento. Agradeço a serenidade e as valiosas contribuições.

Ao professor D. Sc. Rafael, que foi o meu primeiro orientador no doutorado e teve que sair da orientação por motivos de força maior. Foi ele que permitiu que minha pesquisa fosse realizada na minha cidade, Petrolina-PE, razão pela qual sou imensamente grato. Que bom seria se essa sensibilidade humana fosse via de regra no meio acadêmico! Felizmente, fui bem contemplado com todos os meus orientadores e só tenho a agradecer!

À equipe de bolsistas e estagiários da Embrapa Semiárido, que me auxiliaram em todas as atividades de campo e laboratório, especialmente Wesley, Vinícius e Kaio.

À Fazenda Special Fruit, que fomentou esta pesquisa, cedendo o pomar para o experimento e fornecendo suporte material e técnico para as atividades.

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano, que concedeu meu afastamento para me dedicar a este doutorado. Certamente regressarei como um profissional mais qualificado para as minhas atividades.

Agradeço a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para que este dia chegasse!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

ANDRADE, Victor Pimenta Martins de. **Estratégias de manejo de irrigação para o cultivo da mangueira ‘Kent’ no Semiárido brasileiro.** 2021. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

A produção de manga (*Mangifera indica* L.) tem grande expressão econômica para a agricultura Brasileira. A região Nordeste responde por cerca de 77% da produção do país, tendo como maiores produtores os estados de Pernambuco e Bahia, os quais produziram 518,2 e 442,2 toneladas, respectivamente. Das 156 mil toneladas de mangas exportadas pelo país, 84% deste quantitativo procederam do Vale do São Francisco, sendo a manga ‘Kent’ uma das principais cultivares produzidas na região. Embora a mangueira seja uma cultura tolerante à seca, o manejo inadequado da irrigação reduz a produtividade. No entanto, algumas pesquisas concluíram que a redução da lâmina de irrigação em estádios fenológicos menos sensíveis pode não prejudicar ou até mesmo melhorar a produção e a qualidade dos frutos, com maior eficiência do uso de água. Assim, objetivou-se avaliar parâmetros fisiológicos, produtivos, qualitativos e a viabilidade econômica da mangueira ‘Kent’ quando submetida a déficit hídrico controlado nos estádios fenológicos de floração, crescimento de frutos e maturação de frutos. O experimento foi conduzido num pomar da Fazenda Special Fruit, localizada no município de Petrolina/PE, semiárido do Submédio do Vale do São Francisco. O clima da região é classificado, segundo Köppen-Geiger, como BSw'h'. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de fatorial triplo, com a aplicação de quatro lâminas de irrigação (40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração de cultura - ETc), três estádios fenológicos (F1 - floração, F2 - crescimento de frutos, F3 - maturação de frutos) e dois ciclos produtivos consecutivos (safra de 2018 e 2019), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de quatro plantas. Durante cada fase fenológica, foram avaliados os parâmetros fisiológicos de trocas gasosas nas folhas: fotossíntese, condutância estomática, transpiração e temperatura foliar. Após a colheita, foram avaliados os parâmetros produtivos: número de frutos por planta, peso médio de frutos, produtividade, eficiência do uso de água e relação econômica de benefício/custo; e qualitativos: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, firmeza e coloração da casca. A irrigação com lâminas de 40% da ETc na fase de floração e 80% da ETc na fase de crescimento e maturação de frutos aumentou o número de frutos por planta, o que resultou no aumento da produtividade, eficiência no uso de água e relação benefício/custo no cultivo da mangueira ‘Kent’. A irrigação com lâmina entre 79,5 e 83,6% da ETc durante as três fases fenológicas testadas proporcionou maiores trocas gasosas, maior firmeza e acidez titulável nos frutos. A redução da lâmina de irrigação nas fases de floração e maturação de frutos diminuiu o teor de sólidos solúveis nos frutos, ao passo que na fase de crescimento de frutos o maior teor de sólidos solúveis foi obtido com irrigação entre 68,24 e 74,5% da ETc.

Palavras-chave: Mangicultura; déficit hídrico controlado; fitotecnia, *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

ANDRADE, Victor Pimenta Martins de. **Irrigation management strategies for cultivating 'Kent' mango in the Brazilian semiarid region.** 2021. 77 p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Crop Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

The production of mango (*Mangifera indica* L.) has great economic expression for Brazilian agriculture. The Northeast region accounts for about 77% of Brazilian production, with the largest producers being the states of Pernambuco and Bahia, which produced 518.2 and 442.2 tons, respectively. Of the 156 thousand tons of mangoes exported by the country, 84% of this quantity came from the São Francisco Valley, with the 'Kent' mango being one of the main cultivars produced in the region. Although mango is a drought-tolerant crop, inadequate irrigation management reduces productivity. However, some researches concluded that the reduction of the irrigation depth in less sensitive phenological stages may not harm or even improve fruit production and quality, with greater efficiency in the use of water. Thus, the objective was to evaluate physiological, productive, qualitative parameters and the economic viability of the 'Kent' mango tree when subjected to controlled water deficit in the phenological stages of flowering, fruit growth and fruit ripening. The experiment was conducted in an orchard at Fazenda Special Fruit, located in the municipality of Petrolina-PE, a semi-arid region of the Sub-middle of the São Francisco Valley. The climate of the region is classified, according to Köppen-Geiger, as BSw'h'. The experimental design used was randomized blocks, in a triple factorial scheme, with the application of four irrigation depths (40, 60, 80 and 100% of the crop evapotranspiration - ET_c), three phenological stages (F1 - flowering, F2 - fruit growth, F3 - fruit ripening) and two consecutive production cycles (harvest of 2018 and 2019), with four replications, each plot consisting of four plants. During each phenological phase, the physiological parameters of gas exchange in the leaves were evaluated: photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and leaf temperature. After harvesting, the production parameters were evaluated: number of fruits per plant, average fruit weight, productivity, water use efficiency and economic benefit/cost ratio; and qualitative: content of soluble solids, titratable acidity, pH, firmness and skin color. Irrigation with depths of 40% of ET_c in the flowering phase and 80% of ET_c in the fruit growing and ripening phase increased the number of fruits per plant, which resulted in increased productivity, efficiency in water use and benefit ratio/cost of growing the 'Kent' mango tree. Irrigation with a depth between 79.5 and 83.6% of ET_c during the three phenological phases tested provided greater gas exchange, greater firmness and titratable acidity in the fruits. The reduction in the irrigation depth in the flowering and fruit ripening phases decreased the soluble solids content in the fruits, while in the fruit growing phase the highest soluble solids content was obtained with irrigation between 68.24 and 74.5% of ET_c.

Keywords: Mangiculture; controlled water deficit, phytotechnics, *Mangifera indica* L.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1 -	Croqui da área experimental.....	42
Figura 2 -	Valores médios mensais de evapotranspiração de referência diária (ET_0), temperaturas mínimas (T_{min}), médias ($T_{méd}$) e máximas ($T_{máx}$), radiação solar global (R_g) e umidade relativa do ar (UR), provenientes de estação meteorológica instalada na área experimental, em Petrolina-PE, durante 2 ciclos de produção da manga Kent.....	42
Figura 3 -	Teor de umidade médio do solo submetido a diferentes lâminas de irrigação, em diferentes estádios fenológicos da mangueira 'Kent', em diferentes profundidades.....	44
Figura 4 -	Número de frutos por planta da mangueira 'Kent' submetida a diferentes lâminas de irrigação nas fases de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3) durante dois ciclos consecutivos (2018-2019).....	45
Figura 5 -	Peso médio de frutos por planta da mangueira 'Kent', submetida a diferentes lâminas de irrigação nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3), nos ciclos de cultivo de 2018 (A) e 2019 (B).....	46
Figura 6 -	Produtividade da mangueira 'Kent', submetida a diferentes lâminas de irrigação, nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3), nos ciclos de cultivo de 2018 (A) e 2019 (B)....	47
Figura 7 -	Eficiência do uso de água no cultivo da mangueira 'Kent', submetida a diferentes lâminas de irrigação, nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3), nos ciclos de cultivo de 2018 (A) e 2019 (B).....	48

CAPÍTULO III

Figura 1 -	Valores médios mensais de evapotranspiração de referência diária (ET_0), temperaturas mínimas (T_{min}), médias ($T_{méd}$) e máximas ($T_{máx}$), radiação global (R_g) e umidade relativa do ar (UR), provenientes de estação meteorológica instalada na área experimental, em Petrolina-PE, durante 2 ciclos de produção da manga Kent. F: Floração; C: Colheita.....	59
Figura 2 -	Fotossíntese (A) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, condutância estomática (B) em $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, transpiração (C) em $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e temperatura foliar (D) em $^{\circ}\text{C}$, em função de diferentes lâminas de irrigação, em dois ciclos produtivos.....	61
Figura 3 -	Produção de frutos por planta da mangueira 'Kent' submetida a déficit hídrico controlado em dois ciclos produtivos: 2018 (A) e 2019 (B).....	63
Figura 4 -	Teor de sólidos solúveis da mangueira Kent submetida a déficit hídrico controlado, em diferentes fases fenológicas, em dois ciclos produtivos. (A): safra 2018, (B): safra 2019.....	64
Figura 5 -	Acidez titulável e pH de frutos da mangueira 'Kent' submetida a déficit hídrico controlado.....	65
Figura 6 -	Firmeza da polpa dos frutos da mangueira 'Kent' submetida a déficit hídrico controlado, em dois ciclos produtivos: 2018 (A) e 2019 (B).....	66

Figura 7 -	Luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (h°) de frutos da mangueira ‘Kent’ submetida a diferentes lâminas de irrigação, nas fases fenológicas: I – Floração, II – Crescimento de frutos, III – maturação.....	67
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 -	Caracterização química do solo do pomar com mangueira ‘Kent’. Fazenda Special Fruit, Petrolina, PE. 2018.....	40
Tabela 2 -	Estádios fenológicos da mangueira com seus respectivos coeficientes de cultura (Kc) e durações.....	41
Tabela 3 -	Indicadores econômicos (em R\$) relativos da manga Kent com diferentes níveis de estresse em diferentes fases do ciclo (dois ciclos produtivos).....	49

CAPÍTULO III

Tabela 1 -	Caracterização química do solo do pomar com mangueira ‘Kent’. Fazenda Special Fruit, Petrolina, PE. 2018.....	57
Tabela 2 -	Estádios fenológicos da mangueira com seus respectivos coeficientes de cultura (Kc) e durações.....	58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
Referências.....	15
CAPÍTULO I: Cultivo da mangueira “Kent” submetida a déficit hídrico controlado no semiárido brasileiro: revisão de literatura	18
1. Origem, aspectos botânicos e agrônômicos da mangueira (<i>Mangifera indica</i> L.).....	18
2. O Semiárido Brasileiro, o Vale do Submédio São Francisco e a agricultura irrigada.....	19
3. A mangicultura no Vale do Submédio São Francisco.....	20
4. Manejo de irrigação.....	21
5. Déficit hídrico controlado no cultivo da mangueira.....	22
6. Eficiência do uso de água.....	23
7. Parâmetros econômicos para o manejo de irrigação na fruticultura irrigada.....	24
8. Fisiologia e trocas gasosas da mangueira.....	25
9. Qualidade e pós-colheita da manga.....	25
Referências.....	27
CAPÍTULO II: Produção e viabilidade econômica da mangueira ‘Kent’ submetida a déficit hídrico controlado no semiárido brasileiro	37
Resumo.....	37
Abstract.....	38
1. Introdução.....	39
2. Material e métodos.....	39
3. Resultados e discussão.....	43
4. Conclusão.....	50
Referências	50
CAPÍTULO III: Trocas gasosas e pós-colheita da mangueira ‘Kent’ submetida a déficit hídrico controlado em ambiente semiárido	54
Resumo.....	54
Abstract.....	55
1. Introdução.....	56
2. Material e métodos.....	57
3. Resultados e discussão.....	60
4. Conclusão.....	68
Referências.....	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
APÊNDICE	75

INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é de grande importância econômica para o Brasil, 3º maior produtor de frutas frescas do mundo, atrás da Índia e da China. Nesse contexto, a manga é uma das principais frutas produzidas, o que torna o Brasil o sétimo maior produtor da fruta (CARVALHO et al., 2017). A mangicultura no país produziu cerca de 1,4 milhão de toneladas de frutas em 2019, tendo como maior produtora a região do Vale do Submédio São Francisco, que compreende a divisa entre os estados de Pernambuco e Bahia, responsável por cerca de 70% da produção nacional e 84% das exportações (IBGE, 2020).

A ‘Kent’, uma das cultivares mais produzidas e apreciadas do Vale do São Francisco, é a segunda mais comercializada na União Europeia e tem perspectiva de aumentar a participação comercial nos principais mercados europeus. A falta de fibras e o melhor sabor colocam os frutos da cultivar ‘Kent’ entre os mais apreciados em alguns países europeus e no Japão. Porém, possui difícil manejo de floração, o que limita a produção (ARAÚJO et al., 2017). Os principais atributos de qualidade requeridos pelo mercado consumidor de manga são tamanho e massa de frutos, firmeza da polpa, coloração da casca, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH (SHI et al., 2015), usados como parâmetros para determinar diferentes padrões comerciais pelo mundo.

No semiárido tropical, ocorrem fontes potenciais de estresses abióticos, como seca, salinidade, elevada radiação solar e temperaturas altas, sendo o déficit hídrico o principal fator limitante à produtividade das culturas em condições de chuvas naturais (OLIVEIRA et al., 2020). Em caso de baixa disponibilidade hídrica, as plantas tendem a diminuir a perda de água pelo fechamento parcial dos estômatos, o que evita a redução do potencial da água na planta, sendo um mecanismo essencial para a sobrevivência de plantas cultivadas sob condições de déficit hídrico (SILVA et al., 2015). Em situações de excesso hídrico, também ocorre o fechamento estomático em mangueiras, conforme observado por Sandip et al. (2015).

Em regiões onde as precipitações são escassas e irregulares, com elevada evapotranspiração, a irrigação é imprescindível para suprir a demanda hídrica, viabilizando cultivos produtivos e economicamente competitivos, uma vez que o principal fator limitante das produções é a disponibilidade de água para as plantas (BEZERRA et al., 2019; ZHANG et al., 2014). O manejo adequado da irrigação proporciona melhor produtividade e qualidade de frutos, além de possibilitar economia de água e energia (BONOMO et al., 2013). Diante da crescente demanda de alimentos, escassez de recursos hídricos e competitividade do setor

agrícola, faz-se necessária a adoção de estratégias de irrigação, visando ao aumento da eficiência do uso de água, da sustentabilidade produtiva e ambiental (COELHO et al., 2020).

Embora a mangueira seja considerada uma planta tolerante à seca, estudos demonstram que o manejo inadequado da irrigação afeta eventos fisiológicos, o crescimento das plantas e, por conseguinte, a produção e a qualidade dos frutos (PRAKASH et al., 2015). A resposta produtiva e qualitativa das plantas à irrigação depende principalmente da frequência, do momento, do método e da forma de instalação do sistema de irrigação, do estágio do cultivo, das condições edafoclimáticas e das cultivares exploradas (SIMÕES et al., 2020; COELHO et al., 2015; ANDRADE et al., 2016). Tendo em vista essa limitação, alguns pesquisadores constataram que a utilização do déficit hídrico controlado, que consiste em reduzir a lâmina de irrigação em estádios fenológicos menos sensíveis ao estresse hídrico, não reduz a produção e a qualidade de frutos da mangueira (SANTOS et al., 2014; COTRIM et al., 2017; FARIA et al., 2016; COTRIM et al., 2011).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros fisiológicos, produtivos e qualitativos da mangueira ‘Kent’ e a sua viabilidade econômica, quando submetida a déficit hídrico controlado nos estádios fenológicos de floração, crescimento de frutos e maturação, em ambiente semiárido.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, V. P. M.; DIAS, M. S.; DA SILVA, J. A. B.; DE SOUSA, J. S. C.; SIMÕES, W. L. Yield and quality of 'Italia' grapes submitted to irrigation and fertilization control at the San Francisco Valley, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 175-182, 2016.

ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado de manga na União Européia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 2, p. 289-308, 2012.

ARAÚJO, O. D.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 51-73, 2017.

BEZERRA, D. E. L.; LIMA FILHO, P.; JÚNIOR, E. B. P.; AZEVEDO, P. R. L.; SILVA, E. A. Reuso de água na irrigação de mudas de mamoeiro no Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 5-11, 2019.

BONOMO, D. Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, J. M.; MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 2, p. 157-169, 2013.

CARVALHO, C. et al. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. 1. ed. Santa Cruz do Sul, RS: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; CRUZ, R. O. R.; LIMA, L. W. F.; BARROS, D. L. Irrigação com déficit regulado em diferentes fases de cultivo de bananeira 'BRS princesa'. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 2, p. 3931-3940, 2020.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p. 62-73, 2015.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. **Sistema de produção: Cultivo da Mangueira**. Embrapa Semiárido, n.2 (versão eletrônica), 2004. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/cultivares.htm>>. Acesso em: 02 dez. 2020.

COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; SILVA, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; SANTOS, M. R. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira 'Tommy Atkins' sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p. 22-29, 2017.

COTRIM, C. E.; FILHO, M. A. C.; 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. 1052-1063, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipalculturas-temporarias-epermanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 23 jan. 2021.

OLIVEIRA, A. C., ARAUJO, A. F. B., DE LACERDA, C. F., CANJÁ, J. F., PINHO, L. L.; SOUSA, N. I. G. Influência da irrigação suplementar com águas residuárias sobre as trocas gasosas foliares do algodoeiro. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 677-682, 2020.

PRAKASH, K.; VIJAYAKUMAR, R. M.; BALAMOCHAN, T. N.; SUNDHAR SINGH, S. D. Effect of drip irrigation regimes and fertigation levels on yield and quality of mango cultivar 'alphonso' under ultra high density planting. **Acta horticulturae**, v. 1066, p. 147-150, 2015.

SANDIP, M.; MAKWANA, A. N.; BARAD, A. V.; NAWAD, B. D. Physiology of flowering - the case of mango. **International Journal of Applied Research**, v. 1, n. 11, p. 1008-1012, 2015.

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L.; COELHO, E. F. 'Tommy Atkins' mango yield and photosynthesis under water deficit in semiarid region of Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 899-907, 2014.

SHI, S.; XIAOWEI, M.; XU, W.; ZHOU, Y.; WU, H.; WANG, S. Evaluation of 28 mango genotypes for physicochemical characters, antioxidant capacity, and mineral content. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 88, n. 1, [p. xx-yy](#), 2015.

SILVA, F. G. D.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. D.; FILGUEIRAS, L.; MELO, A. S. D. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SIMÕES, W. L.; ANDRADE, V. P.; MOUCO, M. A.; SILVA, J. S.; SILVA, W. O. Production and post-harvest of 'Kent' mango under different irrigation systems. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 28, p. 397-404, 2020.

ZHANG, S.; SADRAS, V.; CHEN, X.; ZHANG, F. Water use efficiency of dryland maize in the Loess Plateau of China in response to crop management. **Field Crops Research**, v. 163, p. 55-63, 2014.

CAPÍTULO I

CULTIVO DA MANGUEIRA KENT SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: REVISÃO DE LITERATURA

1. Origem, aspectos botânicos e agronômicos da mangueira (*Mangifera indica* L.)

A manga (*Mangifera indica* L.) tem sido cultivada há mais de 4000 anos e se destaca como uma das frutas mais populares e mais comercializadas no mundo, apresentando elevada aceitação pelos consumidores (ABBASI et al., 2015). A mangueira é originária da Ásia, tendo como centro de origem o sudeste da Índia e a região Indo-Burma. Os espanhóis, no século XVII, introduziram a cultura na América, encontrando no Brasil ótimas condições edafoclimáticas para o desenvolvimento e a produção (WALL-MEDRANO et al., 2015).

A mangueira é uma árvore frondosa, de porte médio a grande, com a copa simétrica, podendo variar de arredondada baixa a piramidal alta. Possui folhas lanceoladas, sempre verdes, de textura coriácea (MATOS, 2000). É uma planta andrógina, apresentando flores masculinas (estaminadas) e hermafroditas em uma mesma inflorescência. A proporção entre as flores estaminadas e hermafroditas varia entre as cultivares e com fatores endógenos e ambientais, sendo desejável maior número de flores hermafroditas para que se obtenha maior produtividade (GEETHA et al., 2016; SANDIP et al., 2015).

O fruto da mangueira é uma drupa com enorme variação no tamanho, massa, forma (reniforme, ovada, oblonga, arredondada, cordiforme) e na cor (diversas tonalidades de verde, amarelo e vermelho) (SIVAKUMAR et al., 2011). A fruta consumida tanto como fruta fresca, como processada, na forma de sucos, néctar, em conserva, frutas secas, em pasta e farinha (NAMBI et al., 2015). Dentre as milhares de cultivares de manga produzidas em todo o mundo, as dominantes são Tommy Atkins, Palmer, Haden, Ataulfo, Kent, Keitt e Alphonso (LAWSON et al., 2019).

A mangueira sobrevive em temperaturas de -6°C até 40°C, havendo cultivares que suportam até 48°C. No entanto, para produção comercial, são recomendadas temperaturas entre 24 e 30°C (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010; RODRIGUES et al., 2013). Temperaturas amenas favorecem o florescimento da mangueira, sendo que estas devem ocorrer durante todo esse estágio fenológico. Em regiões de clima tropical e semiárido, faz-se necessário o uso de outros estímulos para indução floral, sendo necessária a utilização de reguladores vegetais e/ou um estresse hídrico (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010; OLIVEIRA, 2020). O

Paclobutrazol (PBZ) é o principal regulador vegetal utilizado para induzir a floração na mangueira, e sua atuação reduz a biossíntese de giberelinas (TAIZ; ZEIGER, 2017), inibindo o crescimento dos ramos, favorecendo a maturação das gemas e, conseqüentemente, a floração (SOUZA et al., 2018).

2. O Semiárido Brasileiro, o Vale do Submédio São Francisco e a agricultura irrigada

De acordo com a Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017 da SUDENE (BRASIL, 2017), para ser considerada semiárida, a região deve ser caracterizada por uma precipitação pluviométrica média anual de até 800 mm, déficit hídrico igual ou superior a 60% e índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e um percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano. Sob tal enquadramento, o semiárido brasileiro é composto por 1.262 municípios, dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, onde se distribuem mais de 24 milhões de habitantes em uma área de 982,6 mil km² (IBGE, 2018), sendo, portanto, a região semiárida mais populosa do planeta (MARENGO et al., 2017).

No Vale do Submédio São Francisco, região localizada no oeste do estado de Pernambuco e norte do estado da Bahia, as precipitações pluviométricas são inferiores a 800 mm, com distribuição irregular no tempo e no espaço, evaporação de 2.000 mm/ano em média e forte insolação, enquadrando-se inteiramente como semiárido (BRITO et al., 2007). Portanto, nesta região, a precipitação pluviométrica escassa e irregular não atende à demanda hídrica das culturas, fazendo-se necessário o uso da irrigação para obter produtividade adequada (CELENTANO et al., 2017; SOARES et al., 2013). Entretanto, considerando-se as características climatológicas do Vale do Submédio São Francisco, como a intensa radiação solar, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, em conjunto com a disponibilidade de água de boa qualidade para a irrigação, uma boa forma de cultivo tende a propiciar melhor produção e qualidade de frutos, fatores que contribuiriam para que a região, em especial o polo Petrolina-Juazeiro, se tornasse a maior produtora e exportadora de frutas do país (LEÃO et al., 2016; RIBEIRO; BAIARDI, 2016).

Para compensar os baixos índices de pluviosidade, que limitam produção agrícola no Vale do Submédio São Francisco, e aproveitando as demais condições naturais excepcionais para o desenvolvimento da fruticultura, o governo implantou os perímetros irrigados Bebedouro, Nilo Coelho e Maria Tereza, em Pernambuco-PE, e Mandacaru, Tourão, Curaçá e Maniçoba em Juazeiro-BA e promoveu outros estímulos governamentais para a iniciativa

privada no setor agropecuário (ORTEGA; SOBEL, 2010). A agricultura irrigada na região é fonte essencial de empregos, renda e alimentos, dentre outros elementos de melhoria das condições de vida da população (XAVIER et al., 2006), contando com um perímetro de mais de 120.000 hectares irrigados, tendo como as principais culturas cultivadas: manga, uva, goiaba, coco, banana, coco e melão (MOURA; PAIVA, 2020).

3. A mangicultura no Vale do Submédio São Francisco

O cultivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) tem sido de grande importância econômica para a agricultura brasileira, país que é o sétimo maior produtor mundial da fruta (FAOSTAT, 2018). Em 2019, o país produziu aproximadamente 1,4 milhão de toneladas, resultando em produtividade média de 21 toneladas por hectare (IBGE, 2020). O Nordeste é a maior região produtora, respondendo por cerca de 77% da produção do país, tendo como maiores produtores os estados de Pernambuco e Bahia, os quais produziram 518,2 e 442,2 toneladas, respectivamente (IBGE, 2020). Das 156 mil toneladas de mangas exportadas pelo país, 84% deste quantitativo procederam do Vale do São Francisco, região que emprega cerca de 60 mil pessoas no cultivo desta fruta (GUERRA, 2020), sendo os maiores importadores a União Europeia e os Estados Unidos. Estima-se que até 2021 a área de produção de manga nessa região possa chegar a 60 mil hectares (KIST et al., 2018; LIMA et al., 2018). No Vale do Submédio São Francisco, as principais cultivares produzidas são a Palmer, Tommy Atkin, Kent, Keitt e Haden (MACHADO; NETO, 2017).

O Vale do Submédio do São Francisco é notório por desenvolver tecnologias eficientes para o cultivo da fruticultura irrigada. Essas tecnologias, aliadas às iniciativas públicas e privadas, levaram a região a elevados patamares de produtividade e qualidade dos frutos, possibilitando planejamento para colheitas durante o ano inteiro. Além da irrigação localizada, de alta eficiência de aplicação, são utilizadas técnicas de manejo de indução floral, com reguladores vegetais, o que flexibiliza a época de produção, viabilizando a entrada em diferentes mercados, fazendo a região se destacar pela expansão da área cultivada e pelos grandes volumes de exportação (MOUCO; SILVA, 2015; SILVA et al., 2015a).

A cultivar Kent, uma das mais produzidas no Vale do São Francisco, é originária da Flórida, EUA, produz frutos de formato oval, seu peso varia entre 550 e 1000g e a coloração, de verde amarelado a vermelho purpúreo, o teor de sólidos solúveis de 20,1° Brix e a pouca quantidade de fibra lhe confere alta qualidade de polpa e sabor agradável. Além disso, possui ciclo de maturação médio a tardio, o que é uma característica atrativa ao mercado de

exportação (COSTA; SANTOS, 2004). De acordo com Araújo; Garcia (2012), a manga ‘Kent’ é a segunda cultivar mais comercializada na União Europeia e seguirá aumentando sua participação nos principais mercados europeus. A falta de fibras e o melhor sabor colocam os frutos cultivar ‘Kent’ entre os mais apreciados em alguns países europeus e no Japão. Porém, possui um difícil manejo de floração, o que limita a produção (ARAÚJO et al., 2017).

4. Manejo de irrigação

Em regiões onde a pluviosidade não atende à demanda hídrica dos cultivos, faz-se necessário o uso da irrigação, a fim de possibilitar uma produção satisfatória, que até então seria inviável, mesmo em diferentes épocas do ano (DANTAS et al., 2016). Além disso, a redução da disponibilidade de fontes de água de boa qualidade para irrigação e a crescente demanda hídrica, devido à expansão da agricultura, requerem que o agricultor opte por manejos de irrigação mais eficientes, visando ao uso racional da água e a uma produção mais viável (NASCIMENTO et al., 2017). Para se implantar um sistema de irrigação e praticar um manejo adequado, deve-se ponderar a relação custo/benefício das tecnologias disponíveis, as características edafoclimáticas, a frequência, o momento e o método de irrigação, o estágio da cultura e a finalidade da produção (FARIA et al., 2016).

A irrigação deve atender a critérios técnicos, de modo a repor a necessidade hídrica do cultivo, e a estimativa por variáveis meteorológicas é uma das mais comumente utilizadas (BERNARDO et al., 2006). Dessa forma, utiliza-se a evapotranspiração da cultura (ETc), que provém do produto da evapotranspiração de referência (ETo) e do coeficiente de cultura (Kc). A ETc representa o somatório das perdas de água do solo por evaporação e transpiração das plantas durante um período, sendo esse um valor específico para cada estágio fenológico de um cultivar. Esta informação é amplamente empregada para o dimensionamento de um sistema de irrigação e seu manejo (SOUSA et al., 2010; MOURA et al., 2013; BALLESTEROS et al., 2016).

A ETo, variável fundamental para o manejo de irrigação, pode ser obtida diretamente por meio de lisímetros. Porém, em níveis práticos, a implantação de alto custo e a exigência de mão de obra qualificada muitas vezes inviabilizam sua utilização nos cultivos (FERNANDES et al., 2012). Contudo, este dado pode ser estimado com precisão por equações empíricas, utilizando variáveis como umidade relativa e temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento. A equação mais aceita e empregada para estimar a ETo é a FAO 56 Penman-Monteith, recomendada pela FAO (Equação 1) (ALLEN et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0,408\delta(R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T_a} + 273 \right) u_2 (e_s - e_a)}{\delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (1)$$

Onde ET_o : evapotranspiração de referência, mm d^{-1} ; δ : curva de pressão de vapor, $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$; R_n : saldo da radiação diário, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$; G : fluxo de calor no solo, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$; γ : constante psicrométrica, $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$; u_2 : velocidade do vento a 2 m, m s^{-1} ; E_s : pressão de saturação do vapor de água atmosférico, kPa ; E_a - pressão atual do vapor de água atmosférico, kPa ; T_a - temperatura média do ar, $^\circ\text{C}$.

Segundo Mendonça et al. (2007), o coeficiente da cultura (K_c) é uma variável que depende das condições ambientais e fisiológicas da planta, sendo determinado para as condições locais nas quais será utilizado, sofrendo influência de indicadores biológicos como a área foliar, estrutura da planta (parte aérea e sistema radicular), cobertura vegetal do solo e a transpiração (MARTINS et al., 2019), também por fatores físicos, dos tipo do solo, método de irrigação utilizado, estágio de desenvolvimento em que se encontra a cultura, arranjo das plantas e fatores climáticos predominantes (MAIA; MORAIS, 2008).

O monitoramento da umidade do solo é de fundamental importância para o manejo eficiente da irrigação, haja vista possuir relação direta com a tensão que a água está retida no solo, o que varia de acordo com sua textura, estrutura e porosidade (GOMES et al., 2017). Além disso, o conteúdo de água no solo influencia na sua taxa de infiltração e na resistência mecânica à penetração de raízes (BERNARDO et al., 2009). Entende-se como água disponível no solo o teor de umidade que compreende da capacidade de campo até o ponto de murcha permanente. No entanto, para fins de manejo de irrigação, recomenda-se ajustar o turno de rega quando a umidade do solo recuar da capacidade de campo até o ponto de umidade crítica, de maneira que a tensão matricial não afete o desenvolvimento da cultura e seu desempenho produtivo (ALMEIDA et al. 2019). De forma geral, os cultivos possuem diferentes demandas hídricas, variando com as condições edafoclimáticas e os estádios fenológicos durante o ciclo produtivo (ALLEN et al., 2006; SILVA et al., 2015)

5. Déficit hídrico controlado no cultivo da mangueira

Embora a mangueira seja considerada uma planta tolerante à seca, estudos demonstram que o manejo inadequado da irrigação afeta eventos fisiológicos, o crescimento

das plantas e, por conseguinte, a produção e a qualidade dos frutos (PRAKASH et al., 2015). As respostas produtiva e qualitativa das plantas à irrigação dependem principalmente da frequência, do momento, do método e da forma de instalação do sistema de irrigação, do estágio do cultivo, das condições edafoclimáticas e das cultivares exploradas (SIMÕES et al., 2020; COELHO et al., 2015; ANDRADE et al., 2016). No entanto, algumas pesquisas concluíram que a aplicação do déficit hídrico controlado, que consiste na redução da lâmina de irrigação, em estádios fenológicos menos sensíveis da planta, pode não prejudicar ou até mesmo melhorar a produção e a qualidade dos frutos da mangueira, proporcionando maior eficiência do uso de água.

Fonseca et al. (2018), em experimento com manga ‘Ubá’, em Lençóis-BA, relataram que a percentagem de florescimento aumentou de 17,59% para 45,25% ao reduzir a lâmina de irrigação de 100 para 50% da ET_c na fase de floração. Para a mangueira ‘Tommy Atkins’, Santos et al. (2014a) constataram que a redução da irrigação em 50% da ET_c nas fases de crescimento de frutos e maturação não promoveu diferença na produtividade. Cotrim et al. (2011) relataram não haver diferença na produtividade da mangueira quando irrigada com déficit hídrico controlado até 50% da ET_c durante a fase de crescimento de frutos, sob sistema de microaspersão. Cotrim et al. (2017) também constataram que a mangueira não reduziu a produção quando irrigada com déficit hídrico controlado, sob sistema de gotejamento. Faria et al. (2016) recomendaram a irrigação de 0 ou 25% da ET_c na fase de floração e 100% da ET_c na fase de crescimento de frutos, por não apresentar redução na produtividade.

Um fator ocasionado pelo déficit hídrico na mangueira é a redução da emissão de fluxos vegetativos da mangueira, ocasionada pela interferência na síntese de giberelinas, fitohormônio considerado promotor de crescimento. O estresse hídrico apressa a maturação de ramos (gemas), vinculada diretamente à produção de etileno, hormônio vegetal responsável pela maturação dos órgãos da planta, o que induz maior floração (SANTOS, 2013).

6. Eficiência do uso de água

A eficiência do uso de água (EUA) mensura a razão entre a produção de uma cultura e o volume de água utilizado neste processo (TANG et al., 2014). Assim, espera-se em um cultivo agrícola atingir maiores valores de EUA, sendo um indicador representativo de produtividade, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental (SILVA et al., 2020). O aumento na EUA em fruteiras pode ser obtido ao adensar o espaçamento da cultura, com o aumento da produtividade por área, e com estratégias de déficit hídrico controlado, reduzindo

a quantidade de água aplicada sem reduzir a produtividade (MAGALHÃES et al., 2020). Esteves et al. (2012) mencionam a irrigação localizada como um fator hidráulico que pode aumentar a EUA, na medida em que apresenta alta eficiência de aplicação de água, reduzindo as perdas por evaporação, escoamento superficial e percolação. Ainda segundo os autores, a exposição do bulbo molhado ao sol e o arranjo dos sistemas de irrigação podem influenciar nas taxas de evapotranspiração, influenciando a EUA dos cultivos. Assim, Simões et al. (2018) relataram maior EUA para a mangueira ‘Keitt’ irrigada sob gotejamento e Simões et al. (2020), maior EUA para a mangueira ‘Kent’ irrigada com um microaspersor entre plantas.

Alguns autores constataram que não houve redução da EUA quando foi aplicado déficit hídrico de 25 e 50% da ETc (SANTOS et al., 2016) e 70% da ETc (COTRIM et al., 2017) no cultivo da mangueira ‘Tommy Atkins’. No entanto, Santos et al. (2014b) encontraram maior EUA na mangueira ‘Tommy Atkins’ com irrigação de 50% da ETc na fase de maturação dos frutos, e menor EUA com irrigação de 50% da ETc na fase de crescimento de frutos. Spreer et al. (2009) obtiveram maior EUA na mangueira ‘Chok Anan’ quando submetida a déficit hídrico.

Dada a importância da eficiência do uso de água no manejo de irrigação e no planejamento do cultivo, diversas pesquisas acerca dessa informação também têm sido realizadas em diferentes espécies frutíferas (SANTOS et al., 2019; MARINHO et al., 2009; SAMPAIO et al., 2010); olerícolas (DELAZARI et al., 2017; PUTTI et al., 2018; HARA et al. 2018); gramíneas (FREITAS et al., 2018; MOTA et al, 2020) e silvícolas (PEREIRA et al., 2019).

7. Parâmetros econômicos para o manejo de irrigação na fruticultura irrigada

Para o manejo de irrigação na fruticultura irrigada, há de se levar em consideração o custo/benefício para a captação e o recalque da água até os emissores em campo e o ganho monetário de produção consequente deste procedimento. Para o Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, os valores cobrados em 2018 eram de R\$ 94,20 ha⁻¹ mês⁻¹ fixos, e taxa variável era de R\$ 97,30 por 1000 m³ de água consumida (resolução 819/2018 do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, DINC, 2019).

Levando em consideração o manejo de irrigação planejado para um cultivo, a redução da lâmina de irrigação a ser aplicada, desde que seja constatada sua viabilidade, torna possível a instalação de uma malha hidráulica de menor diâmetro, bem como um sistema de

bombeamento de menor potência, resultando em menor custo de implantação do cultivo (BERNARDO et al., 2006). Dessa forma, posteriormente, os custos variáveis de energia e água também serão menores, tornando o cultivo mais competitivo economicamente.

8. Fisiologia e trocas gasosas da mangueira

Regiões semiáridas tropicais apresentam fontes potenciais de estresses abióticos, como seca, salinidade, elevada radiação solar e temperaturas altas. Pode-se afirmar que o déficit hídrico no Semiárido nordestino é o fator que mais limita a produtividade das culturas, devido às escassas e irregulares precipitações (OLIVEIRA et al., 2020). Em caso de baixa disponibilidade hídrica, as plantas tendem a diminuir a perda de água pelo fechamento parcial dos estômatos, evitando a redução do potencial da água na planta, mecanismo essencial para a sobrevivência de plantas cultivadas sob condições de déficit hídrico (SILVA et al., 2015b). O estímulo do déficit hídrico induz a produção de ácido abscísico (ABA) pelas raízes, concentrando-se na parte aérea da planta. O ABA liga-se a receptores nas células guardas em situações de estresse hídrico, promovendo efluxo de íons K^+ para o meio apoplástico, reduzindo seu potencial hídrico e favorecendo o fluxo de água para o apoplasto, tornando as células guarda menos túrgidas, o que implica reduzir a abertura estomática (KERBAUY, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2017).

Segundo Taiz; Zeiger (2017), a resposta mais notável das plantas ao déficit hídrico consiste na redução da produção. Em situações de excesso hídrico, também ocorre o fechamento estomático em mangueiras, conforme observado por Sandip et al. (2015). A produção fotossintética é responsável por cerca de 90% da matéria seca produzida pelas plantas (MARSCHNER, 2011), possuindo relação direta com a produção de frutos (VAN BUEREN; STRUIK, 2017). Além disso, a manga possui cerca de 82% de água em sua composição (MARQUES et al., 2010), o que evidencia a importância de se manter uma disponibilidade hídrica recomendada para que a planta mantenha níveis adequados de trocas gasosas e produção fotossintética, especialmente nas fases de crescimento e maturação de frutos.

9. Qualidade e pós-colheita da manga

Alguns dos principais atributos de qualidade requeridos pelo mercado consumidor de manga são: tamanho e massa de frutos, firmeza da polpa, coloração da casca, teor de sólidos

solúveis, acidez titulável e pH (SHI et al., 2015), usados como parâmetros para determinar diferentes padrões comerciais pelo mundo.

Segundo Brecht et al. (2011), a colheita de mangas para exportação deve ocorrer com o teor de sólidos solúveis entre 7 a 9° Brix e a acidez titulável entre 0,6 a 1,14%. Os mesmos autores ressaltam que, por ser um fruto climatérico, a manga aumenta o teor de sólidos solúveis e reduz a acidez titulável cerca de 3% ao dia em temperatura ambiente, sendo esta uma forma de adequar a qualidade do fruto às demandas do mercado.

A firmeza da polpa está relacionada ao estado de turgor dos frutos, resultante da disponibilidade hídrica para as plantas (SIMÕES et al., 2018; VEIGA et al., 2019). A atividade fotossintética também é um fator a ser levado em conta para este atributo, na medida em que proporciona maior acúmulo de carboidratos de reserva, conferindo maior firmeza aos tecidos do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Um padrão comumente utilizado para colorimetria é o das coordenadas $L^*C^*h^\circ$, que representam a luminosidade (L^*), no espaço $L^*a^*b^*$, a cromaticidade (C^*) e o ângulo hue (h°). A luminosidade é a escala que varia do preto (0) ao branco (100). As coordenadas polares C^* , definidas como sendo a saturação, e h° , que é o ângulo tomado no espaço $L^*C^*h^\circ$. A saturação, C^* , é definida como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor. No centro do espaço $L^*C^*h^\circ$, estão os valores mínimos de saturação, e na medida em que se caminha para as extremidades aumenta-se este valor (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

A irrigação tem influência direta na qualidade pós-colheita dos frutos da mangueira (FIGUEIRÊDO et al., 2020). Portanto, faz-se necessária a experimentação de diferentes estratégias de irrigação, a fim de ajustar o manejo para produzir frutos de melhor qualidade para o mercado interno e de exportação.

REFERÊNCIAS

ABBASI, A. M.; GUO, X.; FU, X.; ZHOU, L.; CHEN, Y.; ZHU, Y.; YAN, H. LIU, R. H. Comparative assessment of phenolic content and in vitro antioxidant capacity in the pulp and peel of mango cultivars. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 6, p. 13507-13527, 2015.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.

ALLEN, R. G., PRUITT, W. O., WRIGHT, J. L., HOWELL, T. A., VENTURA, F., SNYDER, R., ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. **Agricultural Water Management**, v. 81, n. 1-2, p. 1-22, 2006.

ALMEIDA, A. C. S.; PUSCH, M.; BONIFÁCIO, J. S.; OLIVEIRA, F. C.; GEISENHOLFF, L.; BISCARO, G. A. Efeito da tensão crítica de irrigação e cobertura do solo sobre o cultivo de rabanete. **Agrarian**, v. 12, n. 45, p. 308-317, 2019.

ANDRADE, V. P. P. M.; DIAS, M. S. S.; DA SILVA, J. B. A. B.; DE SOUSA, J. C. S. C.; SIMÕES, W. L. L. Yield and quality of 'Italia' grapes submitted to irrigation and fertilization control at the San Francisco Valley, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 175-182, 2016.

ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado de manga na União Européia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 2, p. 289-308, 2012.

ARAÚJO, O. D.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 51-73, 2017.

BALLESTEROS, R.; ORTEGA, J. F.; MORENO, M. A. FORETo: new software for reference evapotranspiration forecasting. **Journal of Arid Environments**, v. 124, p. 128-141, 2016.

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

BRASIL. (2017). **Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolucao-107-2017.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BRECHT, J. K.; SARGENT, A. S.; KADER, A. A.; MITCHAM, E. J.; MAUL, F.; BRECHT, E. P.; MENOCA, O. **Manual de práticas para melhor manejo pós-colheita da manga**. National Mango Board, São Paulo-SP, Brasil, 2011.

BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (org.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

CELENTANO, A.; BORGES, F. R. M.; MARINHO, A. B.; BEZERRA, F. M. L.; DE MELO RODRIGUES, J. P.; PEREIRA, E. D. Parâmetros produtivos do girassol submetido a lâminas de irrigação na região do Maciço de Baturité-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 1, p. 1213, 2017.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p. 62-73, 2015.

COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; SILVA, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; SANTOS, M. R. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira ‘Tommy Atkins’ sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p. 2229, 2017.

COTRIM, C. E.; FILHO, M. A. C.; COELHO, E. F.; RAMOS, M. M.; CECON, P. R. Regulated deficit irrigation and tomy atkins mango orchard productivity under microsprinkling in brazilian semi arid. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1052-1063, 2011.

DANTAS, G. F.; OLIVEIRA, V. M. R.; DALRI, A. B.; PALARETTI, L. F.; SANTOS, M. G.; FARIA, R. T. T. Desempenho de métodos na estimativa de evapotranspiração de referência para o estado da Paraíba, Brasil. **Irriga**, v. 21, n. 3, p. 481-490, 2016.

DELAZARI, F. T.; FERREIRA, M. G.; DA SILVA, G. H.; DARIVA, F. D.; DE FREITAS, D. S.; NICK, C. Eficiência no uso da água e acúmulo de matéria na batata-doce em função de lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 22, n. 1, p. 115-128, 2017.

DINC - **Distrito de Irrigação Nilo Coelho**. Disponível em: <http://www.dinc.org.br/>. Acesso em: 06 jun. 2020.

ESTEVES, B. S.; SILVA, D. G.; PAES, H. M. F.; SOUSA, E. F. **Irrigação por gotejamento**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012.

FARIA, L. N.; SOARES, A. A.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; CASTRO, L. G. The effects of irrigation management on floral induction of 'Tommy Atkins' mango in Bahia semiarid. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 3, p. 387-398, 2016.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: princípios de aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (org.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 209-220.

FIGUEIRÊDO, V. B.; SIMÕES, W. L.; BATISTA, R. O.; DE ANDRADE, V. P. M.; DE CARMO MOUCO, M. A. Produção e pós-colheita da mangueira "Keitt" submetida a lâminas de irrigação no semiárido nordestino. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 9, n. 1-3, p. 12-22, 2020.

FREITAS, C. A. S. D.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A. D.; ALBIERO, D.; NASCIMENTO, J. A. M. D. Energy analysis of ethanol from sugarcane irrigated with treated domestic sewage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 3, p. 389-398, 2018.

FONSECA, N. et al.; Déficit hídrico na indução do florescimento e do aumentada produtividade da mangueira 'Uba' em cultivo orgânico na região da Chapada Diamantina,

Bahia. **Comunicado Técnico 165**, Março de 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

GEETHA, G. A.; SHIVASHANKARA, K. S.; REDDY, Y. T. N. Varietal variations in temperature response for hermaphrodite flower production and fruit set in mango (*Mangifera indica* L.). **South African Journal of Botany**, [s.l.], v. 106, p. 196-203, 2016.

GOMES, F. H. F.; CUNHA, F. N.; LOPES FILHO, L. C.; VIDAL, V. M.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B. Calibração de um sensor de umidade do solo de baixo custo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 4, p. 1509, 2017.

GUERRA, A. G. **Tecnologia De Produção Na Cultura Da Manga**. Clube de Autores (managed), 2020, 124 p.

HARA, A. T.; GONÇALVES, A. C. A.; TAKAO, H.; HASHIGUTI, R. R.; DOS SANTOS, A. E.; MALLER, A. Eficiência relativa de utilização da água pela cultura do feijoeiro, em diferentes condições de umidade e densidade do solo. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 154-163, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Semiárido brasileiro: o que é – descrição**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2VSkLPR>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal. Produção agrícola municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipalculturas-temporarias-epermanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 23 jan. 2021.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: Guanagbara Koogan, 2012.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2018.

LAWSON, T.; LYCETT, G. W.; ALI, A.; CHIN, C. F. Characterization of Southeast Asia mangoes (*Mangifera indica* L) according to their physicochemical attributes. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 189–196, 2019.

LEÃO, É. L. S.; MOUTINHO, L. M. G.; CAMPOS, L. H. R. Arranjo Produtivo Local da Fruticultura Irrigada do Vale do Submédio do São Francisco, Pernambuco/Bahia: Fluxos Comerciais e Dinamismo Local. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 273-303, 2016.

LIMA, J. R. F.; ALMEIDA, G. V. B.; PEREIRA, A.; ARAÚJO JÚNIOR, J. N. Análise do mercado de manga produzida no Vale do São Francisco: cenário atual e perspectivas para o curto prazo. In: **Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural do regional Nordeste**, 13., Juazeiro, BA, 2018.

MACHADO, W. R. B.; DE CARVALHO, R. M.; NETO, A. F. Avaliação das Perdas de Manga no Mercado Varejista do Vale do São Francisco. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 75-90, 2017.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Coeficiente de cultura do meloeiro irrigado com água salina estimado por modelo matemático. **Ciências Rurais**, v. 38, n. 5, p. 1273-1278, 2008.

MAGALHÃES, D. B.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R. D.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SOUZA, B. S. D. Produção de bananeira ‘Prata-Anã’ com déficit hídrico e alta densidade de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 5, e-046, 2020.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MARINHO, L. B.; RODRIGUES, J. J. V.; SOARES, J. M.; LIMA, M. A. C. D.; MOURA, M. S. B. D.; BRANDÃO, E. O.; SILVA, T. G. F.; CALGARO, M. Produção e qualidade da videira 'Superior Seedless' sob restrição hídrica na fase de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1682-1691, 2009.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic press, Cambridge, 2011.

MARTINS, I. P.; DE FARIA, R. T.; PALARETTI, L. F.; DOS SANTOS, M. G.; FISCHER FILHO, J. A. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo de manjeriço determinados por lisímetros de pesagem. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 373-378, 2019.

MATOS, A. P. **Manga Produção: Aspectos Técnicos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Mandioca e Fruticultura, Ed. 1º, Brasília, 2000.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F. D.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M. T.; PEÇANHA, A. L.; GOTTARDO, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 471-475, 2007.

MOTA, V. J. G.; OLIVEIRA, F. G.; GOMES, V. M.; MONÇÃO, F. P.; MOTA FILHO, V. J. G. Determinação do coeficiente de cultura do capim-mombaça manejado em diferentes estações do ano no semiárido mineiro. **Irriga**, v. 25, n. 1, p. 170-183, 2020.

MOUCO, M. A. C.; SILVA, D. J. Mangicultura: produção de qualidade ganha mercados no Brasil e no exterior. **Cadernos do Semiárido: Riquezas e Oportunidades**, n. 4, p. 20-23, 2015.

MOURA, A.R.C.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; ANTONINO, A.C.D.; AZEVEDO, J.R.G.; SILVA, B.B.; OLIVEIRA, L.M.M. M. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco - Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 2, p.181-191, 2013.

MOURA, J. E. A.; DE PAIVA, M. J. G. Dinâmica ocupacional no cultivo da uva nos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), nos anos de 2005 e 2015. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 199-216, 2020.

NAMBI, V. E.; THANGAVEL, K.; JESUDAS, D. M. Scientific classification of ripening period and development of colour grade chart for Indian mangoes (*Mangifera indica* L.) using multivariate cluster analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 90-98, 2015.

NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 4, p. 65-69, 2017.

OLIVEIRA, A. C.; ARAUJO, A. F. B.; DE LACERDA, C. F.; CANJÁ, J. F.; PINHO, L. L.; SOUSA, N. I. G. Influência da irrigação suplementar com águas residuárias sobre as trocas gasosas foliares do algodoeiro. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 677-682, 2020.

OLIVEIRA, G. P. Uso do paclobutrazol na produção de manga. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e939975183, 2020.

PEREIRA, V. G. M. F.; LOPES, A. S.; BELCHIOR, I. B.; FANAYA JUNIOR, E. D.; PACHECO, A.; BRITO, K. R. M. Irrigação e fertirrigação no desenvolvimento de eucalipto. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1100-1114, 2019.

PRAKASH, K.; VIJAYAKUMAR, R. M.; BALAMOCHAN, T. N.; SUNDHAR SINGH, S. D. Effect of drip irrigation regimes and fertigation levels on yield and quality of mango cultivar 'alphonso' under ultra high density planting. **Acta horticulturae**, v. 1066, p. 147-150, 2015.

PUTTI, F. F.; FILHO, A. G.; CREMASCO, C. P.; SILVA JÚNIOR, J. F. Magnetically treated water for irrigation: effects on production and efficiency of water use in carrot (*Daucus carota* L.) crop. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 12, n. 2, p. 447-455, 2018.

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

RIBEIRO, M. C. M.; BAIARDI, A. Benefícios do sistema de Produção Integrada na Fruticultura (PIF), em perímetros irrigados: o caso do polo Petrolina/Juazeiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 1, p. 21-38, 2016.

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

SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.; MACHADO, V. V.; CARVALHO, G. C.; SANTANA JUNIOR, E. B. Déficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima ácida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1141-1148, 2010.

SANDIP, M.; MAKWANA, A. N.; BARAD, A. V.; NAWAD, B. D. Physiology of flowering - the case of mango. **International Journal of Applied Research**, v. 1, n. 11, p. 1008-1012, 2015.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; COTRIM JUNIOR, P. R. F.; CASTRO, I. N. Irrigation deficit strategies on physiological and productive parameters of 'Tommy Atkins' mango. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 173-182, 2016.

SANTOS, M. R. D.; DONATO, S. L. R.; MAGALHÃES, D. B.; COTRIM, M. P. Precocidade, produtividade e eficiência de uso de água em bananeira sob densidades de plantio e lâminas de irrigação, em região semiárida. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e53036, 2019.

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L.; 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, n. 4, p. 362-369, 2014a.

SANTOS, M. R. D.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L.; COELHO, E. F. 'Tommy Atkins' mango yield and photosynthesis under water deficit in semiarid region of Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 899-907, 2014b.

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R. Trocas gasosas da mangueira ‘Tommy Atkins’ sob diferentes regimes de irrigação. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1141-1153, 2013.

SHI, S.; XIAOWEI, M.; XU, W.; ZHOU, Y.; WU, H.; WANG, S. Evaluation of 28 mango genotypes for physicochemical characters, antioxidant capacity, and mineral content. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 88, n. 1, p. 264-273, 2015.

SILVA, E. C. B.; DE SOUSA LIMA, J. R.; ANTONINO, A. C. D.; DE MELO, A. A. S.; DE SOUZA, E. S.; SOUZA, R. M. S.; DE OLIVEIRA, C. L. Efeito da Irrigação Suplementar na Produtividade e Eficiência no Uso de Água da Palma Forrageira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2744-2759, 2020.

SILVA, F. G. D.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. D.; FILGUEIRAS, L.; MELO, A. S. D. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SILVA, J. S.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BARBOSA, D. F.; LIRA, R. M.; BARNABÉ, J. M. C.; SOUZA, D. H. S. Estimativa da evapotranspiração da cultura da mangueira no Vale do São Francisco. **Revista GEAMA**, v. 2, n. 1, p. 56-68a, 2015.

SIMÕES, W. L.; ANDRADE, V. P.; MOUCO, M. A.; SILVA, J. S.; SILVA, W. O. Production and post harvest of ‘Kent’ mango under different irrigation systems. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 28, p. 397-404, 2020.

SIMÕES, W. L.; FERREIRA, P. P. B.; DO CARMO MOUCO, M. A.; LIMA, M. A. C.; GUIMARÃES, M. J. M.; SILVA, J. A. B. Produção e respostas fisiológicas da mangueira cv. Keitt sob diferentes sistemas de irrigação no Submédio do São Francisco. **Irriga**, v. 23, n. 1, p. 34-43, 2018.

SOARES, C. A.; JÚNIOR, A. F. R.; SILVA, N. S.; MOUSINHO, F. E. P.; ZANINI, J. R. Função de resposta do meloeiro a doses de adubação nitrogenada para dois níveis de irrigação. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 391-400, 2013.

SOUSA, I. F.; SILVA, V. P. R.; SABINO, F. G.; NETTO, A. O. A.; SILVA, B. K. N.; AZEVEDO, P. V. V. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 633-644, 2010.

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

SPREER, W.; ONGPRASERT, S.; HEGELE, M.; WÜNSCHE, J. N.; MÜLLER, J. Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica* L. cv. Chok Anan) under different irrigation regimes. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 4, p. 574-584, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6a ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TANG, X.; LI, H.; DESAI, A. R.; NAGY, Z.; LUO, J.; KOLB, T. E.; OLIOSO, A.; XU, X.; YAO, L.; KUTSCH, W.; PILEGAARD, K.; KÖSTNER, B.; AMMANN, C. How is water-use efficiency of terrestrial ecosystems distributed and changing on Earth? **Scientific reports**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2014.

VAN BUEREN, E. T. L.; STRUIK, P. C. Diverse concepts of breeding for nitrogen use efficiency. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 5, p. 1-24, 2017.

VEIGA, J. C.; BARBARÁ, M. A.; DA SILVA, B. M. P.; VALENTINI, S. R. T.; CRISTOFANI-YALY, M.; BRON, I. U. Refrigeração e cera na conservação pós-colheita da tangerina IAC 2019Maria. **Citrus Research & Technology**, v. 40, p. 1-9, 2019.

XAVIER, L. C.; COSTA, F.; COSTA E. F.; Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 2, p. 219-241, 2006.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA MANGUEIRA ‘KENT’ SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Resumo: A produção de manga (*Mangifera indica* L.) tem grande expressão econômica para a agricultura brasileira, com produção concentrada nos estados da Bahia e Pernambuco. Embora a mangueira seja uma cultura tolerante à seca, o manejo inadequado da irrigação reduz a produtividade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e a viabilidade econômica da mangueira ‘Kent’, quando submetida a déficit hídrico controlado nos estádios fenológicos de floração, crescimento de frutos e maturação de frutos. O experimento foi conduzido em um pomar da Fazenda Special Fruit, localizada no município de Petrolina-PE, Submédio do Vale do São Francisco, semiárido brasileiro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial triplo, com a aplicação de quatro lâminas de irrigação (40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração de cultura - ETc), três estádios fenológicos (F1 - floração, F2 - crescimento de frutos, F3 - maturação de frutos) e dois ciclos produtivos consecutivos (safra de 2018 e 2019), com quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída de quatro plantas. Após a colheita, foram avaliados: número de frutos por planta, peso médio de frutos, produtividade, eficiência do uso de água e relação econômica de benefício/custo. Os resultados sugerem que a irrigação com 40% da ETc na fase de floração e 80% da ETc na fase de crescimento e maturação de frutos proporciona maior produtividade, eficiência no uso de água e relação benefício/custo no cultivo da mangueira ‘Kent’ no Semiárido brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangifera indica* L., irrigação, fitotecnia.

Abstract: The production of mango (*Mangifera indica* L.) has great economic expression for Brazilian agriculture, with production concentrated in the states of Bahia and Pernambuco. Although mango is a drought-tolerant crop, inadequate irrigation management reduces productivity. Thus, the objective of this research was to evaluate the production and economic viability of the 'Kent' mango tree, when subjected to controlled water deficit in the phenological stages of flowering, fruit growth and fruit ripening. The experiment was carried out in an orchard at Fazenda Special Fruit, located in the municipality of Petrolina-PE, Submedium of São Francisco Valley, a Brazilian semiarid region. The experimental design used was in randomized blocks, in a triple factorial scheme, with the application of four irrigation depths (40, 60, 80 and 100% of the crop evapotranspiration - ETc), three phenological stages (F1 - flowering, F2 - growth of fruits, F3 - fruit ripening) and two consecutive productive cycles (harvest of 2018 and 2019), with four replications, totaling 24 experimental plots, each plot consisting of four plants. After harvest, the following characters were evaluated: number of fruits per plant, average fruit weight, productivity, water use efficiency and economic benefit/cost ratio. The results suggest that irrigation with 40% of ETc in the flowering phase and 80% of ETc in the fruit growth and maturation phase provides greater productivity, water use efficiency and benefit / cost ratio in the cultivation of 'Kent' mango in the Brazilian semiarid.

KEYWORDS: *Mangifera indica*, irrigation, plant science.

1. INTRODUÇÃO

Em 2017, o Brasil produziu cerca de 1,1 mi de toneladas de manga (*Mangifera indica* L.), com a maior produção localizada na Região Nordeste, destacando-se os estados da Bahia e de Pernambuco como os maiores produtores (KIST et al., 2018). A cultivar ‘Kent’ é uma das mais produzidas na região, provavelmente devido à ausência de fibras e ao melhor sabor, o que coloca essa cultivar entre as mais apreciadas em alguns países europeus e no Japão. Porém, possui difícil manejo de floração, limitando a produção (ARAÚJO et al., 2017).

A crescente necessidade de otimização dos recursos hídricos no Semiárido tem demandado pesquisas a respeito do manejo da irrigação visando ao aumento da eficiência do uso da água. Para isso, são necessárias análises das necessidades hídricas das plantas em cada fase de maior sensibilidade ao estresse hídrico (SILVA et al., 2015).

Para ajustar o valor da evapotranspiração de referência (ET_o) para a evapotranspiração de cultura (ET_c), utiliza-se o coeficiente de cultura (K_c), que considera parâmetros que influenciam a demanda hídrica dos cultivos, como a cultivar que está sendo utilizada, o estágio fenológico e as características edafoclimáticas locais. Geralmente, as fruteiras tendem a apresentar uma curva de cultura semelhante, com K_c médio no estágio inicial por volta de 0,3, o qual cresce linearmente até aproximadamente 1,1 na fase de crescimento de frutos, e decresce até 0,6 na fase de maturação de frutos (ALLEN et al., 1998).

Embora a mangueira seja considerada uma planta tolerante à seca, estudos demonstram que o manejo inadequado da irrigação reduz a disponibilidade de água no solo, podendo afetar eventos fisiológicos, a taxa de crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade e a qualidade dos frutos (PRAKASH et al., 2015). No entanto, algumas investigações relatam que a redução da lâmina de irrigação em estádios fenológicos menos sensíveis pode não prejudicar ou até mesmo melhorar a produção e a qualidade dos frutos da mangueira com maior economia de água (COTRIM et al., 2017; SANTOS et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção da mangueira ‘Kent’ e sua viabilidade econômica, quando submetida a déficit hídrico controlado nos estádios fenológicos de floração, crescimento de frutos e maturação em ambiente semiárido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no pomar da Fazenda Special Fruit, localizada no município de Petrolina-PE (09° 08’ Sul, 40° 18’ Oeste e altitude média de 370 m), no Submédio do Vale

do São Francisco. O clima é classificado, segundo Köppen, como BSh, ou seja, semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão estendendo-se para o início do outono (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental foi classificado, segundo Embrapa (2006), como Argissolo amarelo eutrófico, amostrado para caracterização dos atributos químicos em laboratório especializado (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo do pomar com mangueira ‘Kent’. Fazenda Special Fruit, Petrolina, PE. 2018.

Camada	CE	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
M	mS cm ⁻¹		mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³						%		
0-0,2	0,46	4,3	41,76	0,43	0,13	3,7	0,9	0,0	0,5	5,2	5,7	91,5
0,2-0,4	0,23	4,5	40,53	0,36	0,11	2,2	1,1	0,0	1,4	3,8	5,2	72,4

CE= condutividade elétrica do extrato de saturação; P= fósforo disponível extraído por Mehlich; Ca= cálcio trocável; Mg= magnésio trocável; Na= sódio trocável; K= potássio trocável; Al: acidez trocável; CTC= capacidade de troca de cátions à pH 7,0; V= saturação por bases.

O experimento foi conduzido em um pomar de mangueiras ‘Kent’, iniciando-se em outubro de 2017, em dois ciclos de cultivo, utilizando o espaçamento de 2,0 x 6,0 m, com plantas de cinco anos de idade em estágio de produção. Na condução do experimento, foram realizadas poda, adubação, tratamentos fitossanitários e indução floral, conforme descrito por Mouco (2015). A colheita do primeiro ciclo foi realizada em outubro de 2018, e a do segundo em novembro de 2019.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de fatorial triplo, com a aplicação de quatro lâminas de irrigação (40; 60; 80; e 100% da evapotranspiração de cultura - ETc), três estádios fenológicos (F1 - floração, F2 - crescimento de frutos, F3 - maturação de frutos e colheita) e dois ciclos produtivos consecutivos (safra de 2018 e 2019), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de quatro plantas. O manejo da irrigação foi realizado por meio da ETc. A evapotranspiração de referência (ETo) foi obtida pelo método FAO-Penman-Monteith (ALLEN et al., 2006), a partir de dados diários coletados de uma estação meteorológica instalada próximo ao local do experimento e dos coeficientes de cultivo (Kc), conforme sugerido por Teixeira et al. (2008) para a mangueira ‘Tommy Atkins’, pois não existe na literatura recomendação de Kc’s para a mangueira ‘Kent’. A ETc foi definida pela equação 1, utilizando-se os Kc’s da Tabela 2. Para

estimativa da ET_c , foi utilizado o coeficiente de redução (K_r) conforme Keller; Karmeli (1974) (Equação 2).

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_r \quad (1)$$

$$K_r = C_s/0,85 \quad (2)$$

Sendo C_s o coeficiente de sombreamento, o qual foi calculado pela Equação 3.

$$C_s = A/(E_p \times E_f) \quad (3)$$

Sendo A a área da copa projetada no solo (m^2), E_p o espaçamento entre plantas (m) e E_f o espaçamento entre fileiras (m).

Tabela 2. Estádios fenológicos da mangueira, com suas respectivas durações e os coeficientes de cultura (K_c) utilizados da mangueira ‘Tommy Atkins’ no experimento.

Estádio fenológico	* K_c	Início (dapp**)	Duração (dias)
Repouso	0,7		
Crescimento vegetativo	0,8	0	130
Maturação dos ramos	1,0	130	30
Indução floral	0,3	160	20
Floração (F1)	1,0	180	30
Crescimento de frutos (F2)	0,9	210	60
Maturação de frutos (F3)	0,8	270	20
Colheita (F3)	0,6	290	10

*Teixeira et al. (2008). **dapp: dias após a poda de produção

O croqui da área experimental está descrito na figura 1, com a divisão dos blocos (B1 a B4), a lâmina aplicada (% da ET_c) e a fase fenológica.

B4			B3			B2			B1		
80% F3	60% F3	40% F1	100%	60% F2	40% F2	40% F1	60% F3	80% F3	100%	60% F2	40% F2
100%	60% F1	40% F3	100%	80% F1	80% F2	60% F1	40% F3	100%	100%	80% F2	80% F1
100%	80% F1	80% F2	60% F1	40% F3	100%	80% F1	80% F2	100%	100%	40% F3	60% F1
40% F2	100%	60% F2	80% F3	60% F3	40% F1	40% F2	60% F2	100%	80% F3	60% F3	40% F1

Figura 1. Croqui da área experimental.

Na Figura 2, encontram-se dados climáticos da referida estação para o período experimental.

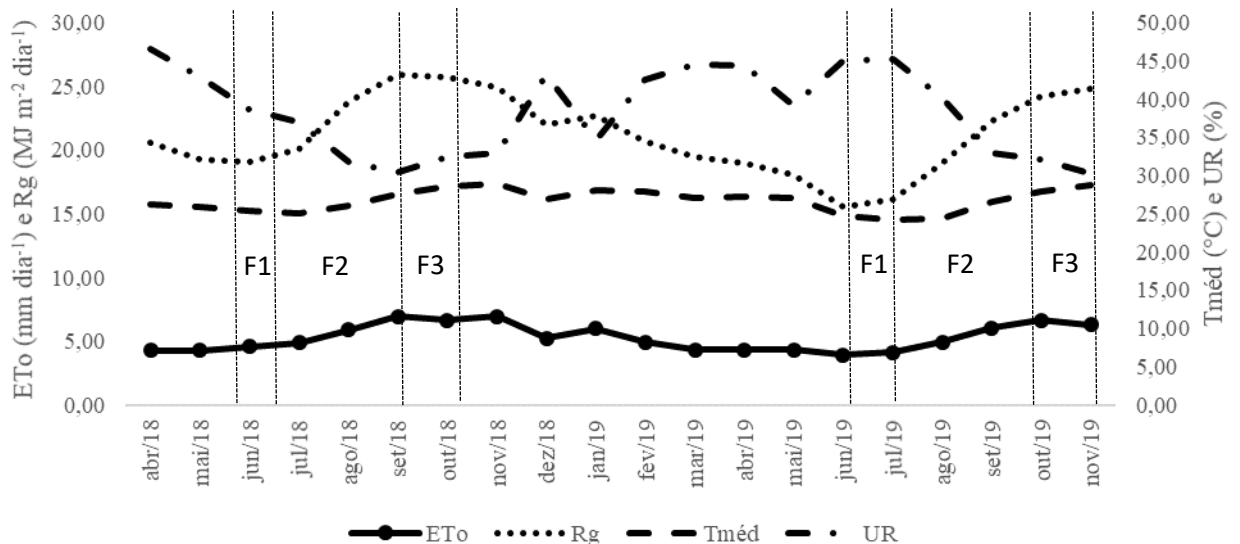


Figura 2. Valores médios mensais de evapotranspiração de referência diária (ET_0), temperaturas mínimas (T_{min}), médias ($T_{méd}$) e máximas ($T_{máx}$), radiação solar global (R_g) e umidade relativa do ar (UR), provenientes de estação meteorológica instalada na área experimental, em Petrolina-PE, durante 2 ciclos de produção da manga Kent. F1: Floração; F2: Crescimento de frutos; F3: Maturação de frutos.

A irrigação foi realizada diariamente, de modo a repor a ET_c do dia anterior. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com duas mangueiras por filas de plantas. Os emissores estavam espaçados 0,30 m entre si e possuíam vazão de 1,7 L por hora. Foi realizado monitoramento da umidade do solo até 60 cm de profundidade, quinzenalmente, usando a sonda multissensorial de capacitância FDR PR2 (Delta), a qual era inserida em tubos de acesso.

Na ocasião da colheita, avaliaram-se o número de frutos por planta, o peso médio de frutos e a produtividade. A eficiência do uso de água (EUA) foi calculada pela razão entre a massa de frutos produzidos e o volume de água aplicado durante cada ciclo em função dos tratamentos testados.

Os dois ciclos foram analisados buscando identificar qual percentual da lâmina de irrigação em diferentes momentos do ciclo produtivo apresentava a melhor relação benefício/custo, que é a razão entre a receita líquida e a despesa total de produção. Para isto, se observou os percentuais de 40; 60; 80 e 100% durante a F1, F2 e F3, em relação à produtividade ($t\ ha^{-1}$) para ter informação sobre o benefício e volume de água aplicado ($m^3\ ha^{-1}$). No caso do benefício, foi considerado o preço de manga Kent, ao produtor, que teve média de R\$ 1,80 por fruto. Para os custos, os valores de água foram fixos no valor de R\$94,20/ha/mês e o custo de energia elétrica foi de R\$97,30 para cada $1000\ m^3$. Estes valores são os mesmos usados em Simões et al. (2021).

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias, de Bartlett. Após a verificação de que os dados atenderam aos pressupostos de normalidade e homogeneidade, realizou-se análise de variância, empregando o teste F a 5% de probabilidade. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, foi realizado o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade para os fatores qualitativos e análise de regressão a 5% de probabilidade para os fatores quantitativos, a fim de escolher os modelos que melhor representam os dados, com base na significância do modelo e seu coeficiente de determinação. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 3, estão representados os dados de umidade do solo em diferentes profundidades, durante as fases de floração, crescimento e maturação de frutos.

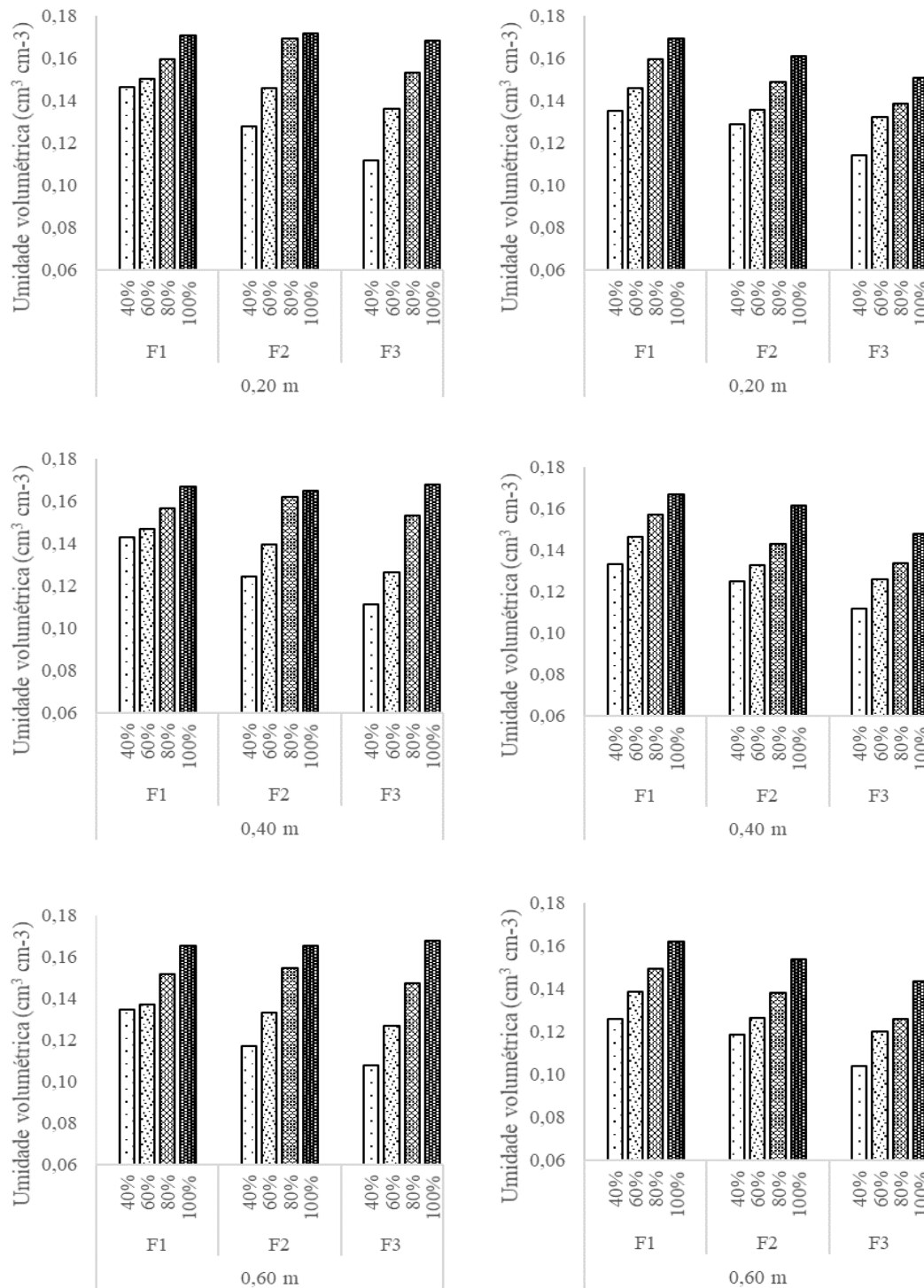


Figura 3. Umidade volumétrica média do solo submetido a diferentes lâminas de irrigação, em diferentes estádios fenológicos da mangueira 'Kent', em diferentes profundidades. F1 – floração, F2 – crescimento de frutos, F3 – maturação de frutos.

Foi possível observar que a umidade no solo decresceu com o decorrer das fases fenológicas e com o aumento da profundidade nos tratamentos com déficit hídrico, evidenciando déficit no balanço hídrico do solo no decorrer do ciclo produtivo, que foi mais evidente nas lâminas de 40 e 60% da ETc. Considerando que a aferição da umidade do solo

era realizada logo antes da irrigação de reposição, os teores de umidade do solo continuavam altos no tratamento com 100% da ETc, mesmo nas maiores profundidades, o que sugere que essa lâmina de irrigação aplicada seja maior que a ETc real.

Com relação ao número de frutos por planta, houve interação entre lâminas de irrigação x fases fenológicas, não havendo diferença entre os ciclos produtivos (Figura 4).

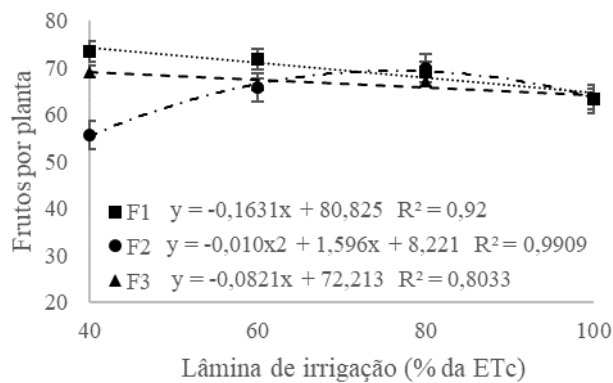


Figura 4. Número de frutos por planta da mangueira ‘Kent’ submetida a diferentes lâminas de irrigação nas fases de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3) durante dois ciclos consecutivos (2018-2019). Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

A redução da lâmina de irrigação nas fases de floração e maturação dos frutos aumentou o número de frutos da mangueira Kent, sugerindo que o estresse hídrico na fase de floração da mangueira favoreceu o florescimento, conforme Sandip et al. (2015). Tanto o déficit quanto o excesso de água no solo provocam estresse à planta, causando o fechamento estomático (SILVA et al., 2015), devido à produção de ácido abscísico decorrente do estresse hídrico (JONES, 2016), reduzindo a absorção de água e nutrientes e promovendo a queda de frutos (WHADAN, 2011). Portanto, provavelmente o Kc utilizado para a fase de maturação estava superestimado, o que explica a redução linear do número de frutos quando se eleva a porcentagem da lâmina de irrigação de 40% para 100% da ETc. Já na fase de frutificação, estimou-se valor máximo de 69,5 frutos por planta com aplicação de 76,7% da ETc. Sendo assim, as lâminas de irrigação maiores ou menores podem ser consideradas, respectivamente, como excessivas e insuficientes nesta fase do cultivo, porque possivelmente promovem o fechamento dos estômatos, diminuindo a produção fotossintética, prejudicando a produção, conforme relatado por Simões et al. (2018).

Observou-se interação entre lâminas de irrigação e as fases fenológicas da planta para o peso médio de frutos, com variação entre os dois ciclos de cultivo (Figura 5).

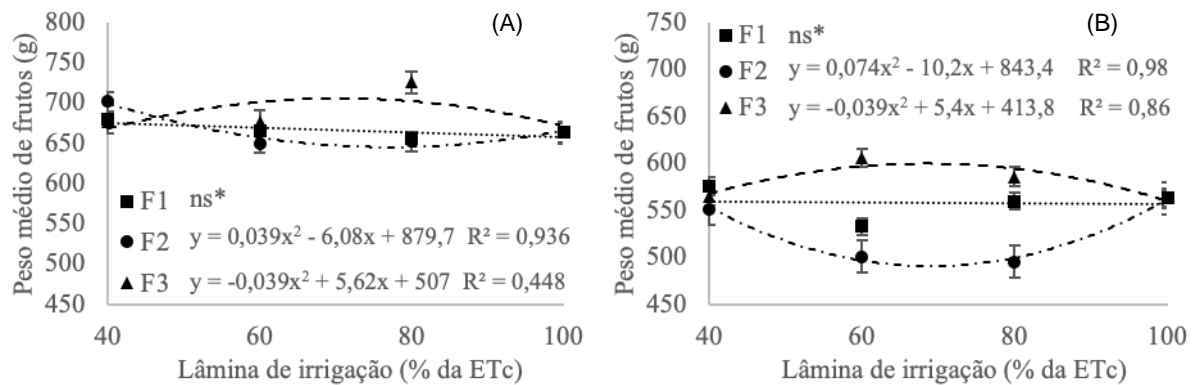


Figura 5. Peso médio de frutos por planta da mangueira ‘Kent’, submetida a diferentes lâminas de irrigação nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3), nos ciclos de cultivo de 2018 (A) e 2019 (B). ns: não significativo. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

O peso médio dos frutos reduziu com a redução da lâmina de irrigação na fase de crescimento de frutos de 100 até 60%, resultado que corrobora com Levin et al. (2015), os quais constataram frutos menores da mangueira com redução da lâmina de irrigação de 125 a 50% da ETc. Em condições de estresse hídrico, as plantas tendem a impedir a perda de água, fechando parcialmente seus estômatos, evitando a redução do potencial da água na planta, mecanismo essencial para a sobrevivência (SILVA et al., 2015). Considerando que os frutos da mangueira possuem cerca de 82% de água em sua composição (MARQUES et al., 2010), a irrigação é fundamental neste estágio. No tratamento com aplicação de 40% da ETc na fase de crescimento de frutos, foi observada tendência para o acréscimo da massa dos frutos, o que pode ser explicado pelo menor número de frutos proporcionado por este tratamento, possibilitando maior relação fonte-dreno, conforme observado por Oliveira et al. (2019).

No primeiro ciclo produtivo, registraram-se maiores temperaturas e radiação solar global, além de menor umidade relativa do ar, na fase de frutificação em relação ao segundo ciclo (Figura 1). A radiação solar possibilita a síntese de ATP, sendo utilizada no ciclo de Calvin e Benson na produção de fotoassimilados, ao passo que a menor umidade relativa do ar proporciona maior diferença no gradiente de umidade intra e extrafoliar, aumentando a transpiração das plantas e possibilitando maior absorção de CO₂ pelas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2017), o que provavelmente resultou em maior condutância estomática e fotossíntese das plantas, proporcionando maior massa de frutos. Esses resultados também foram constatados por Almeida et al. (2015), os quais relacionaram aumento das trocas

gasosas com o aumento da radiação solar, proporcionando maior produção de frutos da mangueira ‘Tommy’.

Para a F2, estimou-se menor peso médio de frutos de 490 a 645 g para as lâminas de irrigação de 69 e 77% da ETc no primeiro e segundo ciclo de cultivo, respectivamente. Para a F3, estimou-se maior peso médio de frutos de 705 e 509 g para as lâminas de irrigação de 70 e 68% da ETc no primeiro e segundo ciclo de cultivo, respectivamente.

Apesar da oscilação do peso médio dos frutos com a aplicação de déficit hídrico, segundo Brecht (2011), o mercado exportador varia sua demanda de 400 até 900 g, em função da preferência do consumidor, sendo este padrão compatível com o peso médio dos frutos obtidos nos dois ciclos produtivos.

A produtividade variou com a aplicação do déficit hídrico controlado e os ciclos de produção avaliados (Figura 6).

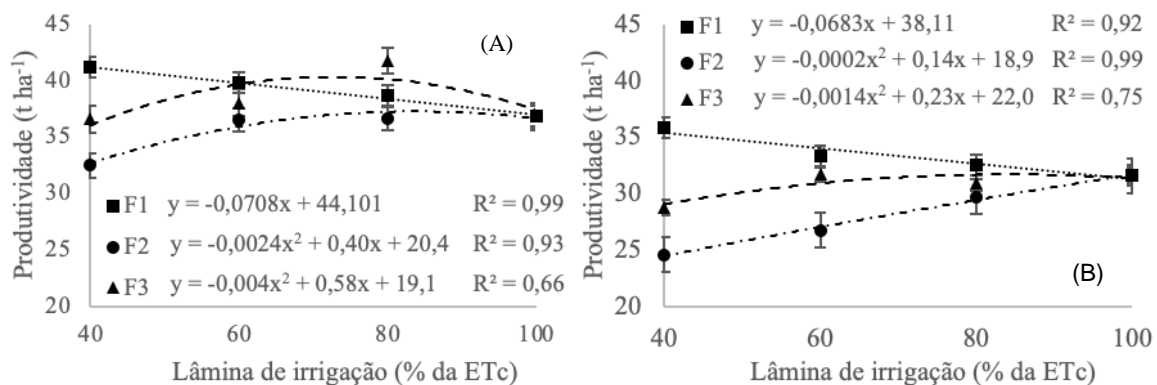


Figura 6. Produtividade da mangueira ‘Kent’, submetida a diferentes lâminas de irrigação, nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3), nos ciclos de cultivo de 2018 (A) e 2019 (B). Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

A redução na lâmina de irrigação na fase de floração resultou em maior quantidade de frutos, sem redução do peso médio, resultando em maior produtividade conforme a lâmina foi reduzida para os dois ciclos de cultivo. Na fase de crescimento de frutos, estimou-se produtividade máxima de 37,3 t ha⁻¹ para uma lâmina de irrigação equivalente a 83,9% da ETc no primeiro ciclo produtivo e 32,2 t ha⁻¹ para uma lâmina de irrigação de 100% da ETc no segundo ciclo produtivo. De forma geral, os tratamentos que receberam estresse hídrico no período de crescimento dos frutos apresentaram as menores produtividades, evidenciando alta sensibilidade ao estresse hídrico no crescimento de frutos. Na fase de maturação dos frutos,

estimou-se maior produtividade ($40,33 \text{ t ha}^{-1}$) para uma lâmina de irrigação de 72,7% da ETC no primeiro ciclo e $31,52 \text{ t ha}^{-1}$ para uma lâmina de irrigação de 82,5% da ETC no segundo ciclo.

O primeiro ciclo apresentou estatisticamente o mesmo número de frutos que o segundo, com média de 64,14 frutos por planta, e maior peso médio de frutos (674,86 g por fruto no primeiro ciclo e 553,49 g por fruto no segundo ciclo), resultando em maior produtividade. Além da maior temperatura e radiação solar, que pode ter proporcionado maiores trocas gasosas, resultando em maior produtividade, outro fator que pode ter contribuído para isso seria a alternância de produções, uma característica da cultura da mangueira (OLIVEIRA et al., 2015).

A eficiência do uso de água foi influenciada pela lâmina de irrigação, pelas fases fenológicas e pelos ciclos de produção, entre as variáveis analisadas, sendo o maior valor obtido com a menor lâmina de irrigação aplicada na fase de floração (Figura 7).

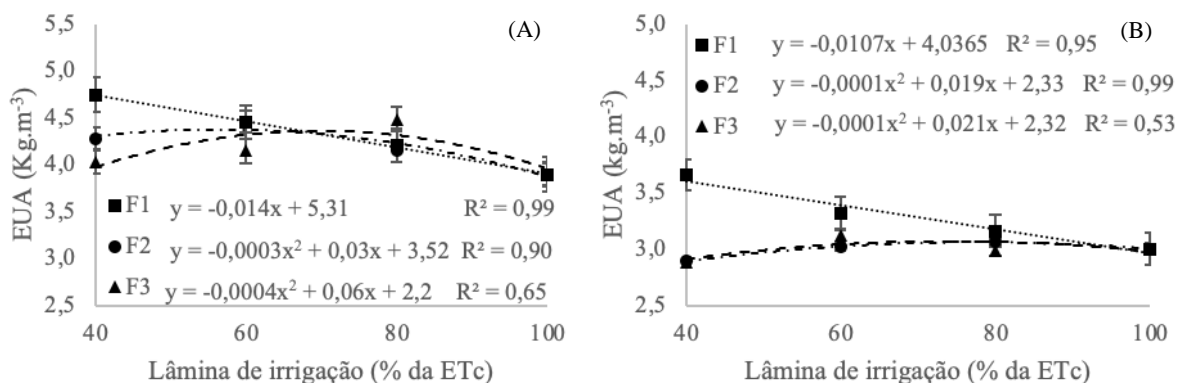


Figura 7. Eficiência do uso de água no cultivo da mangueira ‘Kent’, submetida a diferentes lâminas de irrigação, nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação dos frutos (F3), nos ciclos de cultivo de 2018 (A) e 2019 (B). Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

A maior produtividade da mangueira foi obtida quando se utilizou lâminas de irrigação com 40% da ETC na fase de floração, o que resultou na maior eficiência do uso de água. Embora os tratamentos de estresse na fase de crescimento de frutos tenham resultado em menores produtividades, não houve diferença na EUA com relação aos tratamentos aplicados na fase de maturação, visto que a fase de crescimento de frutos é de maior período que a fase de maturação, resultando em mais dias com déficit hídrico, reduzindo a quantidade de água aplicada e aumentando a EUA. O resultado corrobora com Spreer et al. (2009), que

encontraram maior eficiência do uso de água na mangueira em condições de déficit hídrico nesta fase. Para a fase de crescimento de frutos, estimou-se que a maior EUA seja de 4,38 kg m⁻³ com a aplicação de lâmina de irrigação de 56,46% da ETc no primeiro ciclo, e de 3,06 kg m⁻³ com a aplicação de 77,35% da ETc no segundo ciclo produtivo. Para a fase de maturação de frutos, estimou-se que a maior EUA seja de 4,36 kg m⁻³, com uma lâmina de irrigação de 69,68% da ETc no primeiro ciclo, e de 3,07 kg m⁻³ com a aplicação de 74% da ETc no segundo ciclo produtivo.

A Tabela 3 mostra os resultados da análise da relação benefício/custo e os indicadores econômicos para os tratamentos utilizados no experimento. No primeiro ciclo, a maior receita total é obtida com irrigação de 40% da ETc na floração, R\$75.808,00 por hectare, porque apresentou a maior produtividade. A segunda maior receita total é obtida com lâmina de 80% da ETc na fase de maturação, R\$75.213,00. Independentemente do percentual, a redução na lâmina de irrigação no período de crescimento de frutos não apresenta resultados interessantes do ponto de vista econômico.

Tabela 3: Indicadores econômicos (em R\$) relativos da manga Kent com diferentes níveis de estresse em diferentes fases do ciclo (dois ciclos produtivos).

	Irrigação plena	Déficit hídrico na floração			Déficit hídrico no Crescimento de frutos			Déficit hídrico na maturação		
		60%	40%	20%	60%	40%	20%	60%	40%	20%
Receita Total	66.358	75.808	67.500	64.017	58.463	65.806	65.944	65.784	69.751	75.213
Despesa Água	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40
Despesa Luz	918,58	843,62	868,51	893,78	738,26	798,24	858,23	883,40	893,46	905,90
Despesas Totais	2.048,98	1.974,02	1.998,91	2.024,18	1.866,66	1.928,64	1.988,63	2.013,80	2.023,86	2.036,30
Receita Líquida	65.345	74.870	66.538	63.029	57.630	64.914	64.991	64.806	68.763	74.213
Benefício/Custo	31,9	37,9	33,3	31,1	30,9	33,7	32,7	32,2	34,0	36,4
2º Ciclo										
Receita Total	59.456	70.574	55.809	43.869	44.232	48.125	53.497	49.975	57.029	55.625
Despesa Água	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40	1.130,40
Despesa Luz	1023,56	952,81	976,39	999,97	826,15	891,95	957,75	970,27	988,03	1.005,79
Despesas Totais	2.153,96	2.083,21	2.106,79	2.130,37	1.956,55	2.022,35	2.088,15	2.100,67	2.118,43	2.136,19
Receita Líquida	58.339	69.527	54.739	42.775	43.311	47.139	52.445	48.911	55.947	54.525
Benefício/Custo	26,2	33,4	26,0	20,0	22,1	23,3	25,1	23,3	26,4	25,6

Fonte: Dados da Pesquisa.

No caso das despesas com irrigação, estas crescem linearmente quanto maior a reposição da evapotranspiração, na medida em que é uma função basicamente do custo da

energia elétrica, dependente do volume de água utilizada na irrigação. A questão é que nem sempre este maior custo vai levar a uma maior produtividade. No período da floração, a produtividade diminui quanto menor o déficit hídrico e maior a despesa com a irrigação. Nas outras duas fases, as produtividades aumentam quando se reduz o déficit hídrico.

Na fase da floração, a redução da lâmina de irrigação em 60% tem dois efeitos positivos para a questão econômica, tanto apresenta a maior produtividade (e receita consequentemente) quanto menor despesa. As receitas líquidas e a relação benefício/custo, da mesma maneira, são encontradas na fase de floração com déficit de 60%

Para o segundo ciclo, a análise é semelhante, isto é, a maior produtividade ocorreu na fase da floração considerando um nível de déficit de 60%, assim como as maiores receitas totais e líquidas e a maior relação benefício/custo. Desta forma, do ponto de vista econômico, o mais viável seria considerar o déficit na fase de floração e, dentre os percentuais de déficit hídrico, considerar o nível de 60%.

4. CONCLUSÃO

Para as condições em que o trabalho foi realizado, o manejo das irrigações com lâminas de irrigação menores que 100% da ETc resultou em aumento do número de frutos por planta, peso médio dos frutos e produtividade.

As irrigações com lâminas de 40% da ETc na fase de floração e 80% da ETc na fase de floração e maturação de frutos aumentaram o número de frutos por planta, o que resultou no aumento da produtividade, eficiência no uso de água e relação benefício/custo no cultivo da mangueira 'Kent' no Semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.

ALLEN, R. G.; PRUITT, W. O.; WRIGHT, J. L.; HOWELL, T. A.; VENTURA, F.; SNYDER, R.; ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. **Agricultural Water Management**, v. 81, n. 1-2, p. 1-22, 2006.

ALMEIDA, E. I. B., CELIN, E. F., FREIRE, A. G., DE LACERDA, C. F., BEZERRA, M. A.; MESQUITA, R. O. Ecofisiologia de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes regimes hídricos e disponibilidade de luz. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 251-260, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, V. P. M.; DIAS, M. S.; SILVA, J. A. B.; SOUSA, J. S. C.; SIMÕES, W. L. Yield and quality of ‘Italia’ grapes submitted to irrigation and fertilization control at the San Francisco Valley, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 175-182, 2016.

ARAÚJO, O. D., MORAES, J. A. A., CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista Em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 51-73, 2017.

BRECHT, J. K.; SARGENT, A. S.; KADER, A. A.; MITCHAM, E. J.; MAUL, F.; BRECHT, E. P.; MENOICAL, O. **Manual de práticas para melhor manejo pós-colheita da manga**. São Paulo: National Mango Board. 2011. 62 p.

COTRIM, C. E.; FILHO, M. A. C.; 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. 1052-1063, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system for windows version 5.6. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2017.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz. 2018. 90 p.

LEVIN, A. G.; NAOR, A.; NOY, M.; LOVE, C.; GAL, Y.; PERES, M. Mango response to deficit irrigation at different phenological periods. **Acta Horticulturae**, v. 1075, p. 103-113, 2015.

MOUCO, M. A. do C. (org.). **Cultivo de mangueira**. 3. Ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015 (Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2).

OLIVEIRA, M. B.; SALES, R. P.; PEREIRA, M. C. T.; MOUCO, M. A. C.; FERREIRA, J. D.; CANO, R. N.; KONDO, M. K.; SANTOS, I. P.; MARTINS, R. S.; PEGORARO, R. F. Maturation and quality of 'Palmer' and 'Espada Vermelha' mango fruits in the Brazilian semi-arid. **Acta Horticulturae**, v. 1244, p. 237-244, 2019.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Coeficiente de cultura do meloeiro irrigado com água salina estimado por modelo matemático. **Ciências Rurais**, v. 38, n. 5, p.1273-1278, 2008.

PRAKASH, K.; VIJAYAKUMAR, R.M.; BALAMOCHAN, T.N.; SUNDHAR SINGH, S.D. Effect of drip irrigation regimes and fertigation levels on yield and quality of mango cultivar 'alphonso' under ultra high density planting. **Acta horticulturae**, v. 1066, p. 147-150, 2015.

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

SANDIP, M.; MAKWANA, A. N.; BARAD, A. V.; NAWADE, B. D. Physiology of Flowering - The Case of Mango. **International Journal of Applied Research**, v. 1, n. 11, p. 1008-1012, 2015.

SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; DE OLIVEIRA, I. M.; FILGUEIRAS, L. M.; DE MELO, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SILVA, J. F.; FERREIRA, P. S.; GOMES, V. P.; SILVA, E. R. A. C.; GALVÍNCIO, J. D. Mapeamento do potencial geoclimático da fruticultura do abacaxi na microrregião de Araripina – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 196-210, 2015.

SIMÕES, W. L.; DE ANDRADE, V. P. M.; MOUCO, M. D. C.; DE SOUSA, J. S. C.; DE LIMA, J. R. F. Produção e qualidade da mangueira “Kent” (*Mangifera indica* L.) submetida a diferentes lâminas de irrigação no semiárido nordestino. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. e7832, 2021.

SIMÕES, W. L.; FERREIRA, P. P. B.; DO CARMO MOUCO, M. A.; LIMA, M. A. C.; GUIMARÃES, M. J. M.; SILVA, J. A. B. Produção e respostas fisiológicas da mangueira cv. Keitt sob diferentes sistemas de irrigação no Submédio do São Francisco. **Irriga**, v. 23, n. 1, p. 34-43, 2018.

SPREER, W.; ONGPRASERT, S.; HEGELE, M.; WÜNSCHE, J. N.; MÜLLER, J. Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica* L. cv. Chok Anan) under different irrigation regimes. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 4, p. 574-584, 2009.

TAIZ, L.; ZAIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Editora Artmed. 2017.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; AHMAD, M. D.; BOS, M. G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, n. 10, p. 1524-1537, 2008.

WAHDAN, M. T. Effects of cobalt sulfate and choline chloride on fruiting and fruit quality of mango cv. Succay Abiad. **Life Science Journal**, v. 8, n. 1, p. 337-343, 2011.

CAPÍTULO III

TROCAS GASOSAS E PÓS-COLHEITA DA MANGUEIRA ‘KENT’ SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

Resumo: O Brasil produziu cerca de 1,4 milhão de toneladas de mangas (*Mangifera indica* L.) em 2019 e o Vale do São Francisco é a região que mais produz e exporta essa fruta, tendo a ‘Kent’ como uma das principais cultivares. O manejo inadequado da irrigação afeta eventos fisiológicos, o crescimento das plantas e, por conseguinte, a produção e a qualidade dos frutos. No entanto, a redução da lâmina de irrigação em estádios fenológicos menos sensíveis pode não prejudicar ou até mesmo melhorar a produção e a qualidade dos frutos, com maior eficiência do uso de água. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as trocas gasosas nas folhas e as características pós-colheita dos frutos da mangueira ‘Kent’ submetidas a déficit hídrico controlado no semiárido Nordeste. O experimento foi conduzido num pomar da Fazenda Special Fruit, localizada no município de Petrolina-PE, semiárido do Submédio do Vale do São Francisco. O delineamento experimental utilizado foi o de fatorial triplo, com a aplicação de quatro lâminas de irrigação (40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração de cultura - ETc), três estádios fenológicos (F1 - floração, F2 - crescimento de frutos, F3 - maturação de frutos) e dois ciclos produtivos consecutivos (safra de 2018 e 2019), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de quatro plantas. Durante os estádios fenológicos, foram avaliados os parâmetros fisiológicos de trocas gasosas: fotossíntese, condutância estomática, transpiração e temperatura foliar. Após a colheita, foram avaliados os parâmetros de qualidade de frutos: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, firmeza e coloração da casca. A irrigação com lâmina entre 79,5 e 83,6% da ETc durante a floração, crescimento e maturação de frutos proporcionou maiores trocas gasosas nas folhas da mangueira ‘Kent’, maior firmeza e acidez frutos. A redução na lâmina de irrigação nas fases de floração e maturação de frutos diminuiu o teor de sólidos solúveis, ao passo que na fase de crescimento de frutos o maior teor de sólidos solúveis foi obtido com irrigação entre 68,24 e 74,5% da ETc.

Palavras chave: manga, irrigação, qualidade de frutos, *Mangifera indica* L.

Abstract: Brazil produced around 1.4 million tons of mangoes (*Mangifera indica* L.) in 2019. The São Francisco Valley is the largest producing region, accounting for about 70% of the country's mango production and 84% of exports, the 'Kent' being one of the main cultivars produced in the region. Inadequate irrigation management affects physiological events, plant growth and, therefore, fruit production and quality. However, the reduction of the irrigation depth in less sensitive phenological stages may not harm or even improve fruit production and quality, with greater efficiency in the use of water. In view of the above, the objective of the present study was to evaluate the gas exchange in the leaves and the post-harvest characteristics of the 'Kent' mango fruits subjected to controlled water deficit in the Northeastern semiarid. The experiment was carried out in an orchard of Fazenda Special Fruit, located in the municipality of Petrolina-PE, a semi-arid region of the Submedium of the São Francisco Valley. The experimental design used was a triple factorial, with the application of four irrigation depths (40, 60, 80 and 100% of the crop evapotranspiration - E_{Tc}), three phenological stages (F1 - flowering, F2 - fruit growth, F3 - fruit ripening) and two consecutive production cycles (harvest of 2018 and 2019), with four replications, each plot consisting of four plants. During the phenological stages, the physiological parameters of gas exchange were evaluated: photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and leaf temperature. After harvest, the fruit quality parameters were evaluated: soluble solids content, titratable acidity, pH, firmness and skin color. Irrigation with a depth between 79.5 and 83.6% of E_{Tc} during the three phenological phases tested provided greater gas exchange, greater firmness and titratable acidity in the fruits. The reduction in the irrigation depth in the flowering and fruit ripening phases decreased the soluble solids content in the fruits, while in the fruit growing phase the highest soluble solids content was obtained with irrigation between 68.24 and 74.5% of E_{Tc}.

INTRODUÇÃO

A cultura da manga (*Mangifera indica* L.) é de grande expressão econômica para a agricultura brasileira, sendo, em 2019, registrada a produção de 1,4 milhão de toneladas, com média de produtividade de 21 toneladas por hectare. O Nordeste é a maior região produtora, respondendo por cerca de 77% da produção do país, sendo os estados de Pernambuco e Bahia os maiores produtores, os quais produziram 518,2 e 442,2 toneladas, respectivamente (IBGE, 2020). O Vale do Submédio São Francisco, grande polo de fruticultura irrigada do Nordeste, é responsável por 84% da exportação de mangas do país, que é de aproximadamente 156 mil toneladas por ano (KIST et al., 2018). A ‘Kent’, que é uma das principais cultivares produzidas na região, é a segunda cultivar mais comercializada na União Europeia e no Japão, com grandes perspectivas nos principais mercados europeus, ganhando cada vez mais espaço em virtude da falta de fibras e o apreciado sabor (ARAÚJO et al., 2017; ARAÚJO; GARCIA, 2012).

No Vale do São Francisco, a precipitação pluviométrica escassa e irregular não atende à demanda hídrica das culturas, fazendo-se necessário o uso da irrigação para que se obtenha produtividade economicamente adequada. Entretanto, considerando-se as características dessa região, como a disponibilidade de água de boa qualidade para a irrigação, associada ao manejo eficiente da irrigação e das condições climáticas adequadas ao cultivo, tem-se constatado melhor produção e qualidade de frutos, conferindo maior sucesso ao cultivo (LEÃO et al., 2016).

É importante ressaltar que a resposta produtiva e qualitativa dos frutos das espécies cultivadas em condições irrigadas depende principalmente da frequência, do momento, do método e da forma de instalação do sistema de irrigação, do estágio do cultivo, das condições edafoclimáticas e das cultivares exploradas (COELHO et al., 2015).

Embora a mangueira seja considerada uma planta tolerante à seca, estudos indicam que o manejo inadequado da irrigação afeta eventos fisiológicos, o crescimento das plantas e, por conseguinte, a produção e a qualidade dos frutos (PRAKASH et al., 2015). Por outro lado, algumas pesquisas demonstram que o déficit hídrico controlado, que consiste na redução da lâmina de irrigação em estádios fenológicos menos sensíveis, pode não prejudicar ou até mesmo melhorar a produção e a qualidade dos frutos, com maior eficiência do uso de água (SANTOS et al., 2014; COTRIM et al., 2011; COTRIM et al., 2017). A oferta de água por irrigação está diretamente relacionada à abertura estomática das folhas, a qual condiciona as

trocas gasosas e, conseqüentemente, a absorção de CO₂ da atmosfera, substrato da produção fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Os principais atributos de qualidade requeridos pelo mercado consumidor de manga são tamanho e massa de frutos, firmeza da polpa, coloração da casca, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH (SHI et al., 2015), usados como parâmetros para determinar diferentes padrões comerciais pelo mundo. Esses parâmetros estão estreitamente relacionados às taxas de trocas gasosas e produção fotossintética da mangueira (TAIZ; ZEIGER, 2017), que, por sua vez, são respostas, sobretudo ao manejo hídrico da cultura (SIMÕES et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as trocas gasosas nas folhas e as características pós-colheita dos frutos da mangueira ‘Kent’ submetidas a déficit hídrico controlado no semiárido Nordeste.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no pomar da Fazenda Special Fruit, localizada no município de Petrolina-PE (09° 08’ Sul, 40° 18’ Oeste e altitude média de 370 m), no Submédio do Vale do São Francisco. O clima é classificado, segundo Köppen, como BSh, ou seja, semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão, estendendo-se para o início do outono (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental foi classificado, segundo Embrapa (2006), como Argissolo amarelo eutrófico, amostrado para caracterização dos atributos físico-químicos em laboratório especializado (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo do pomar com mangueira ‘Kent’. Fazenda Special Fruit, Petrolina, PE. 2018.

Camada	CE	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
m	mS cm ⁻¹		mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³				%
0-0,2	0,46	4,3	41,76	0,43	0,13	3,7	0,9	0,0	0,5	5,2	5,7	91,5
0,2-0,4	0,23	4,5	40,53	0,36	0,11	2,2	1,1	0,0	1,4	3,8	5,2	72,4

CE= condutividade elétrica do extrato de saturação; P= fósforo disponível extraído por Mehlich; Ca= cálcio trocável; Mg= magnésio trocável; Na= sódio trocável; K= potássio trocável; Al: acidez trocável; CTC= capacidade de troca de cátions à pH 7,0; V= saturação por bases.

O experimento foi conduzido em um pomar de mangueiras ‘Kent’ em outubro de 2017, em dois ciclos de cultivo, utilizando o espaçamento de 2,0 x 6,0 m, com plantas de

cinco anos de idade em estágio de produção. Na condução do experimento, foram realizadas poda, adubação, tratos fitossanitários e indução floral, conforme descrito por Mouco (2015). A colheita do primeiro ciclo foi realizada em outubro de 2018, e a do segundo, em novembro de 2019.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial triplo, com a aplicação de quatro lâminas de irrigação (40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração de cultura - ETc), três estádios fenológicos (F1 - floração, F2 - crescimento de frutos, F3 - maturação de frutos e colheita) e dois ciclos produtivos consecutivos (safra de 2018 e 2019), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de quatro plantas. A evapotranspiração de referência (ETo) foi obtida pelo método FAO-Penman-Monteith (ALLEN et al., 2006), a partir de dados diários coletados de uma estação meteorológica instalada próximo ao local do experimento e dos coeficientes de cultivo (Kc), os quais variaram de 0,6 a 1,0, conforme sugerido por Teixeira et al. (2008) para a mangueira ‘Tommy Atkins’, pois não existe na literatura recomendação de Kc’s para a mangueira ‘Kent’. A ETc foi definida pela equação 1, utilizando-se os Kc’s da Tabela 2. Para estimativa da ETc, foi utilizado o coeficiente de redução (Kr) conforme Keller; Karmeli (1974) (Equação 2).

$$ETc = ETo \times Kc \times Kr \quad (1)$$

$$Kr = Cs/0,85 \quad (2)$$

Sendo Cs o coeficiente de sombreamento, o qual foi calculado pela Equação 3.

$$Cs = A / (Ep \times Ef) \quad (3)$$

Sendo A a área da copa projetada no solo (m²), Ep o espaçamento entre plantas (m) e Ef o espaçamento entre fileiras (m).

Tabela 2. Estádios fenológicos da mangueira, com suas respectivas durações e os coeficientes de cultura (Kc) utilizados da mangueira ‘Tommy Atkins’ no experimento.

Estádio fenológico	*Kc	Início (dapp**)	Duração (dias)
Repouso	0,7		
Crescimento vegetativo	0,8	0	130

Maturação dos ramos	1,0	130	30
Indução floral	0,3	160	20
Floração (F1)	1,0	180	30
Crescimento de frutos (F2)	0,9	210	60
Maturação de frutos (F3)	0,8	270	20
Colheita (F3)	0,6	290	10

*Teixeira et al. (2008). **dapp: dias após a poda de produção

Na Figura 1, encontram-se dados climáticos da referida estação para o período experimental.

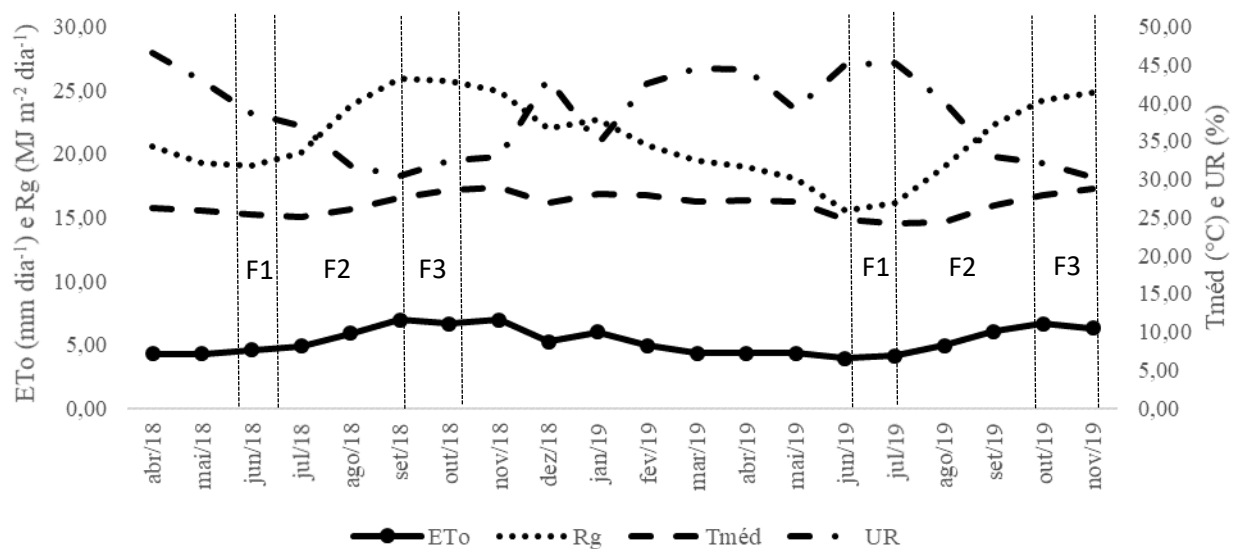


Figura 1. Valores médios mensais de evapotranspiração de referência diária (ET_0), temperaturas mínimas (T_{min}), médias ($T_{méd}$) e máximas ($T_{máx}$), radiação solar global (R_g) e umidade relativa do ar (UR), provenientes de estação meteorológica instalada na área experimental, em Petrolina-PE, durante 2 ciclos de produção da manga Kent. F1: Floração; F2: Crescimento de frutos; F3: Maturação de frutos.

A irrigação foi realizada diariamente, de modo a repor a ET_c do dia anterior. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com duas mangueiras por filas de plantas. Os emissores estavam espaçados 0,30 m entre si e possuíam vazão de 1,7 L por hora.

As avaliações das variáveis relacionadas à fisiologia da planta foram: fotossíntese (A), a condutância estomática (g_s), a transpiração (E) e a temperatura foliar (T_f), por meio do aparelho *Infrared Gas Analyzer* (Modelo Li 6400 Licor®). As análises foram realizadas nas fases fenológicas de floração (F1), crescimento de frutos (F2) e maturação de frutos (F3),

entre as 10 e 12 horas de um dia sem nebulosidade, em folhas fisiologicamente maduras, no segundo terço dos ramos, expostas ao sol e livres de danos mecânicos, sintomas de deficiência nutricional, pragas e doenças.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação E2 (fase inicial da maturação), adotado como padrão para exportação (BRECHT et al., 2011). Após a colheita, todos os frutos foram pesados para determinar a produção por planta. Em seguida, foram selecionados quatro frutos representativos por parcela, para as análises dos parâmetros de qualidade. A análise de firmeza da polpa foi determinada com auxílio do penetrômetro manual (Effegi, modelo FT 327), sendo as medições feitas após a retirada da casca, em dois pontos opostos, na região equatorial dos frutos; para o teor de sólidos solúveis, foi utilizado refratômetro manual (modelo Pocket pal-1). A acidez titulável foi determinada por meio da titulação de 1 g de polpa homogeneizada e diluída em 50 mL de água destilada com a adição de três gotas do indicador fenolftaleína 1%, procedendo-se à titulação com auxílio de uma bureta digital, sob agitação constante, com solução de NaOH 0,1N, sendo os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100 g de polpa. O pH da polpa foi determinado pelo método potenciométrico, com pHmetro digital de bancada, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008). Para análise de coloração, foram verificados os valores de luminosidade (L), ângulo de tonalidade (°Hue) e cromaticidade (C), medidos por refletância, utilizando-se colorímetro portátil CR-400 da Konica Minolta, onde a coordenada L indica quão escura e quão clara é a casca (valor zero cor preta e valor 100 cor branca), o °Hue indica o ângulo de tonalidade cromática e C indica a saturação de cor (VASCONCELOS et al., 2020).

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias, de Bartlett. Após a verificação de que os dados atenderam aos pressupostos de normalidade e homogeneidade, realizou-se análise de variância, empregando o teste F a 5% de probabilidade. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, foi realizado o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade para os fatores qualitativos e análise de regressão a 5% de probabilidade para os fatores quantitativos, para escolher os modelos que melhor representam os dados. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes lâminas de irrigação aplicadas e os ciclos produtivos influenciaram as trocas gasosas das folhas da mangueira, havendo interação entre esses fatores de variação, exceto a temperatura foliar, que foi influenciada apenas pelas lâminas de irrigação (Figura 2).

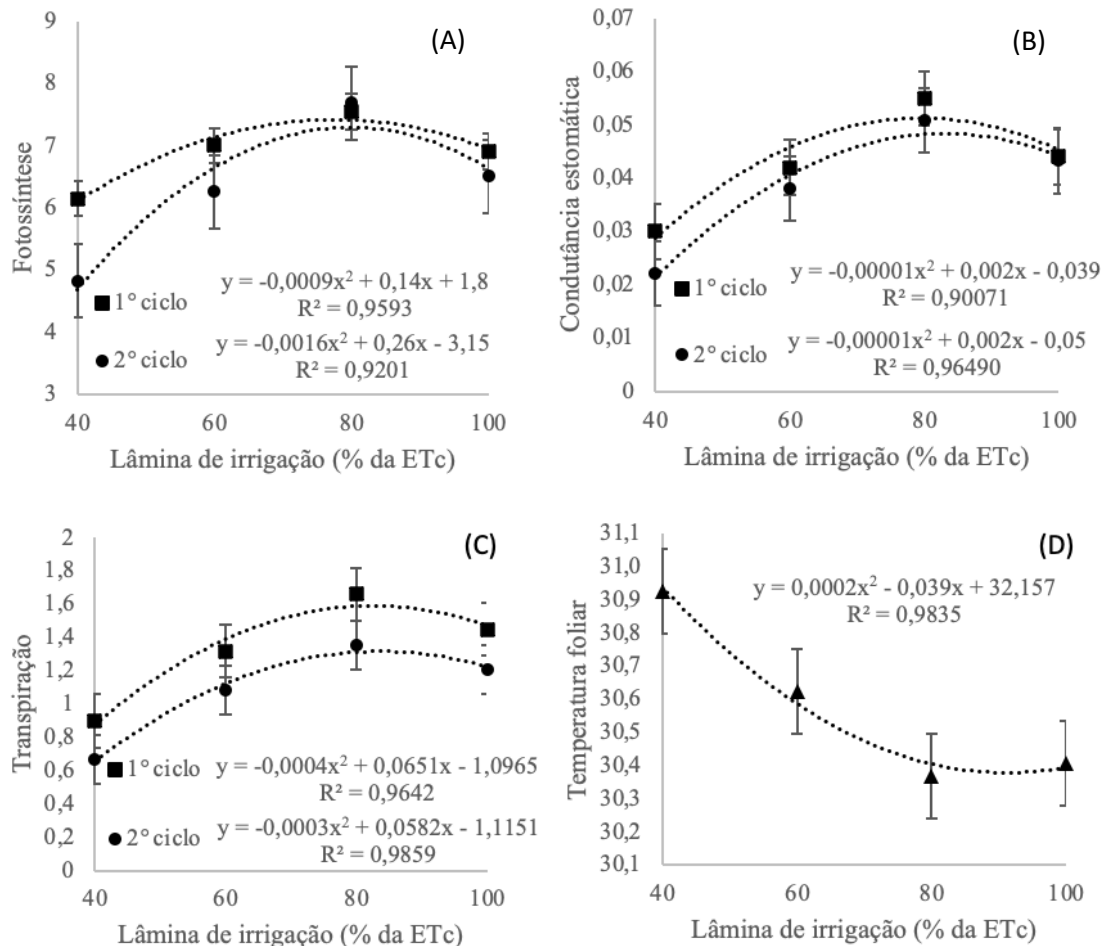


Figura 2. Fotosíntese (A) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, condutância estomática (B) em $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, transpiração (C) em $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e temperatura foliar (D) em $^{\circ}\text{C}$, em função de diferentes lâminas de irrigação, em dois ciclos produtivos. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

As respostas das variáveis fotosíntese, condutância estomática e a transpiração em função das lâminas de irrigação foram ajustadas ao modelo polinomial quadrático, com os maiores valores no primeiro ciclo da cultura. Estimou-se taxa fotossintética máxima de 7,4 e 7,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para lâminas de irrigação de 80,7 e 81,75% da ETc, no primeiro e segundo ciclo, respectivamente. As estimativas de maiores condutâncias estomáticas foram de 0,051 e 0,048 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para lâminas de irrigação de 79,5 e 83% da ETc, no primeiro e segundo ciclo, respectivamente. Para a transpiração, estimou-se valor máximo de 1,58 e 1,31 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para lâminas de irrigação de 82,5 e 83,6% da ETc, no primeiro e segundo

ciclo, respectivamente. Para a temperatura foliar, foi estimado valor mínimo de 30,38°C para uma lâmina de 91,1% da ETc. Os valores máximos de fotossíntese, condutância estomática e transpiração foram semelhantes aos relatados por Simões et al. (2021) para a mangueira Kent irrigada durante todo o ciclo produtivo com lâminas entre 71 e 79% da ETc.

Considerando que as trocas gasosas das folhas atingiram valor máximo quando as plantas foram irrigadas com 80% da necessidade hídrica recomendada para a cultura, infere-se que os Kc's utilizados estavam superdimensionados para esta cultivar, sendo consideradas escassas ou excessivas as lâminas de irrigação abaixo ou acima deste ponto ótimo, respectivamente. Os dados de umidade do solo presentes na Figura 3 do capítulo II corroboram com isso, pois apresentam altos teores de umidade provenientes da lâmina de 100% da ETc, mesmo na profundidade de 0,60 m, o que é um indicativo de que a irrigação excessiva estava causando percolação. A escassez e excesso de água no solo são fatores estressantes para as plantas, pois induzem o fechamento dos estômatos (SILVA et al., 2015), afetando negativamente vários processos fisiológicos, causando redução da produtividade (SIMÕES et al., 2018).

A temperatura foliar apresenta comportamento inverso ao das trocas gasosas, uma vez que o aumento da condutância estomática resfria a superfície da folha (MORAIS et al., 2017). A associação de fatores como altas temperaturas foliares e estresse hídrico podem reduzir drasticamente o crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que a assimilação de CO₂ está vinculada à alta demanda de água e elas requererem abastecimento de água suficiente para seu crescimento (SILVA et al., 2013).

No tocante à produção, houve interação entre as fases fenológicas e os ciclos de produção (Figura 3). O primeiro ciclo produtivo apresentou maiores temperaturas, resultando em maiores trocas gasosas e maior produção fotossintética do que no segundo ciclo, resultando em maior produção de frutos, o que também foi observado na mangueira 'Tommy' por Almeida et al. (2015). Segundo Shimazaki et al. (2007), o aumento na condutância estomática pode implicar maior influxo de CO₂ no mesófilo foliar, possibilitando incremento nas taxas de fotossíntese. Sukhvibul et al. (1999) encontraram maior floração e maior viabilidade de pólen em mangueiras submetidas a temperatura média de 30 °C durante o dia e 20 °C durante a noite, condição climática similar àquela do segundo ciclo. Segundo Sandip (2015), temperaturas mais altas estão associadas ao maior número de flores hermafroditas em comparação às flores estaminadas, o que também pode ter contribuído para o maior número de frutos obtido no primeiro ciclo.

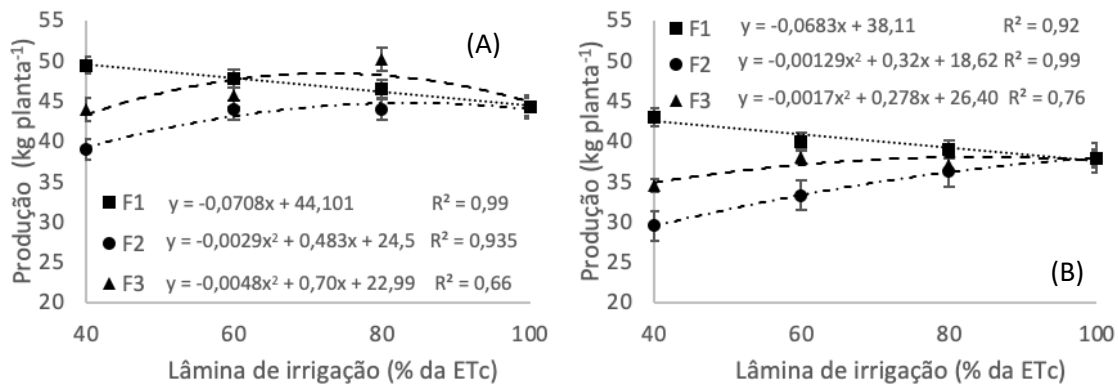


Figura 3. Produção de frutos por planta da mangueira ‘Kent’ submetida a déficit hídrico controlado em dois ciclos produtivos: 2018 (A) e 2019 (B). F1 – floração, F2 – crescimento de frutos, F3 – maturação de frutos. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

No primeiro ciclo, a maior produção da mangueira Kent foi estimada em 44,6 e 48,4 kg planta⁻¹ para as lâminas de 83,37 e 72,76% da ETc, nas fases F2 e F3, respectivamente. No segundo ciclo, a maior produção foi estimada em 37,72 e 37,69 kg planta⁻¹ para as lâminas equivalentes a 100 e 81,52% da ETc, nas fases F2 e F3, respectivamente.

Na F1, a produção de manga aumentou linearmente com a redução da lâmina de irrigação até 40% da ETc em ambos os ciclos avaliados. Considerando que mangueira Kent é uma cultivar vigorosa e apresenta difícil manejo de floração (SILVA et al., 2010), a redução da lâmina de irrigação aplicada pode influenciar na quebra do vigor das plantas, favorecendo a floração, conforme relatado por Sandip et al. (2015) e, conseqüentemente, a maior produção de frutos por planta. Nos tratamentos F2 e F3, a produção das plantas respondeu de forma quadrático similar às trocas gasosas e fotossíntese, evidenciando estreita relação entre essas variáveis. A produção fotossintética é responsável por cerca de 90% da matéria seca produzida pelas plantas (MARSCHNER, 2011), possuindo relação direta com a produção de frutos (VAN BUEREN; STRUIK, 2017). Além disso, a manga possui cerca de 82% de água em sua composição (MARQUES et al., 2010), o que evidencia a importância de se manter uma disponibilidade hídrica recomendada para que ela mantenha níveis adequados de trocas gasosas e produção fotossintética, especialmente nas fases de crescimento e maturação de frutos.

As lâminas de irrigação, as fases fenológicas e o ciclo de cultivo influenciaram no teor de sólidos solúveis da manga Kent, havendo interação entre as lâminas de irrigação e os ciclos de produção (figura 4).

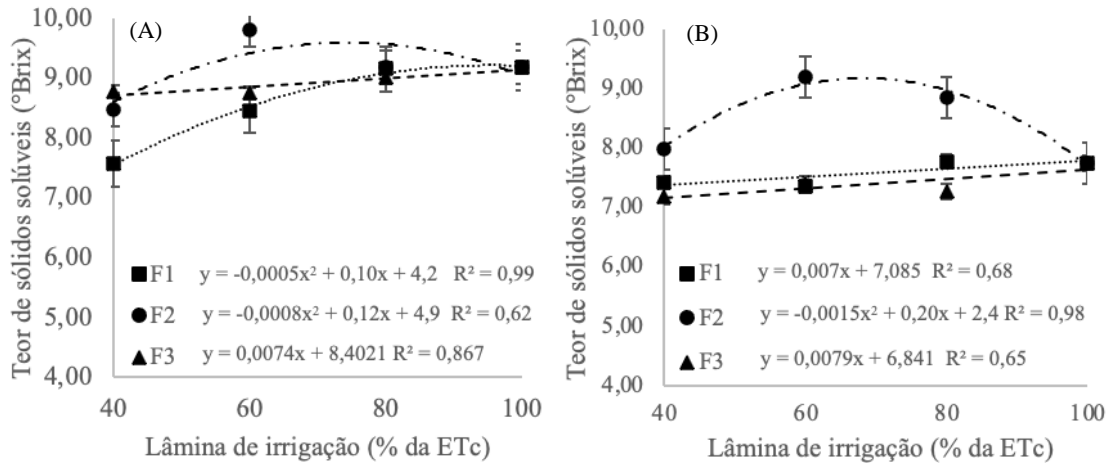


Figura 4. Teor de sólidos solúveis da mangueira Kent submetida a déficit hídrico controlado, em diferentes fases fenológicas, em dois ciclos produtivos. (A): safra 2018, (B): safra 2019. F1 – floração, F2 – crescimento de frutos, F3 – maturação de frutos. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

Na medida em que a restrição hídrica foi aplicada na fase de floração e maturação de frutos, observou-se redução significativa do teor de sólidos solúveis, provavelmente devido à maior carga de frutos dessas plantas, reduzindo a proporção fonte/dreno, distribuindo menos açúcares por fruto, como observado por Oliveira et al. (2019) com mangas ‘Palmer’ e ‘Espada’. Na fase de crescimento de frutos, o teor de sólidos solúveis máximo foi obtido quando a lâmina de irrigação se aproximou da faixa que proporcionou maiores trocas gasosas, entre 79,5 e 83,6% da ETc, resultando em maior produção de fotoassimilados, contribuindo para esse resultado. Reis et al. (2011) e Wei et al. (2017) também relataram maior teor de sólidos solúveis na mangueira com a redução da oferta de irrigação. A redução da disponibilidade hídrica também contribuiu para aumentar a concentração de açúcares solúveis nos frutos (SIMÕES et al., 2021), o que foi observado com o déficit hídrico aplicado na F2. No entanto, a maior relação fonte/dreno proporcionada pelos tratamentos com déficit na F1 e F3 provavelmente foi um fator mais relevante para o teor de sólidos solúveis dos frutos, reduzindo a concentração de solutos devido à maior carga de frutos.

No primeiro ciclo, os maiores teores de sólidos solúveis estimados (9,21 e 9,58 °Brix) foram encontrados quando usadas as lâminas de irrigação de 95,6 e 74,5% da ETc, na F1 e F2, respectivamente. No segundo ciclo, o maior teor foi estimado em 9,17 °Brix para uma lâmina de 68,24% da ETc, na F2.

Com relação à acidez titulável (AT) e o pH dos frutos, houve interação entre a lâmina de irrigação aplicada e os ciclos produtivos, não havendo diferença entre os estádios fenológicos (Figura 5).

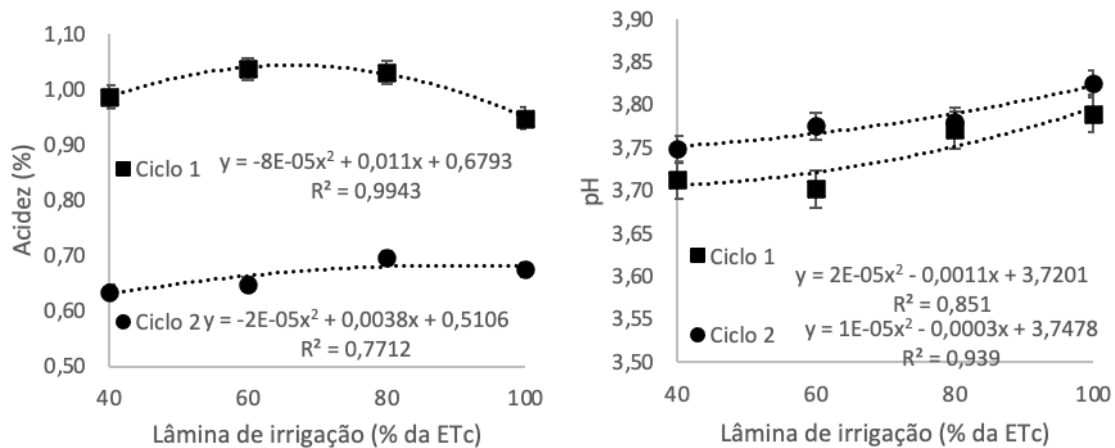


Figura 5. Acidez titulável e pH de frutos da mangueira ‘Kent’ submetida a déficit hídrico controlado. F1 – floração, F2 – crescimento de frutos, F3 – maturação de frutos. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

O teor de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) foram maiores no primeiro ciclo, o que pode ser explicado pelo menor número de frutos produzidos, ocasionando maior área foliar por fruto e menos drenos para os fotoassimilados sintetizados, tais como açúcares e ácidos orgânicos, como observado em mangueiras ‘Palmer’ por Oliveira et al. (2019) e Simões et al. (2020). Por sua vez, o comportamento do pH dos frutos ocorreu de forma invertida ao da acidez, o que já era esperado, pois o pH é uma escala logarítmica inversa da concentração de íons H^+ e H_3O^+ . Logo, o aumento da acidez titulável reduz o pH dos frutos, também observado por Souza et al. (2018), os quais encontraram pH entre 3,7 e 3,8, valores próximos aos do presente trabalho.

Os valores SS e AT observados estão próximos aos sugeridos por Brecht et al. (2011). Segundo os autores, a colheita de mangas para exportação deve ser realizada quando o teor de sólidos solúveis dos frutos estiver entre 7 a 9° Brix e a acidez titulável entre 0,6 a 1,14%. Os mesmos autores ressaltam que, por ser um fruto climatérico, a manga aumenta o teor de sólidos solúveis e reduz a acidez titulável cerca de 3% ao dia em temperatura ambiente, como forma de adequar a qualidade do fruto às demandas do mercado. Os maiores teores de acidez titulável observados foram de 1,04 e 0,68%, para lâminas de irrigação de 66,26 e 89,34% da ETC, no primeiro e no segundo ciclo, respectivamente. Os menores valores de pH foram de

3,70 e 3,74 para as lâminas de irrigação de 45,9 e 40% da ETc para o primeiro e segundo ciclo, respectivamente.

As diferentes lâminas de irrigação, os ciclos e os estádios fenológicos influenciaram a firmeza dos frutos, havendo interação entre as lâminas de irrigação aplicadas e a fase fenológica do cultivo (Figura 6).

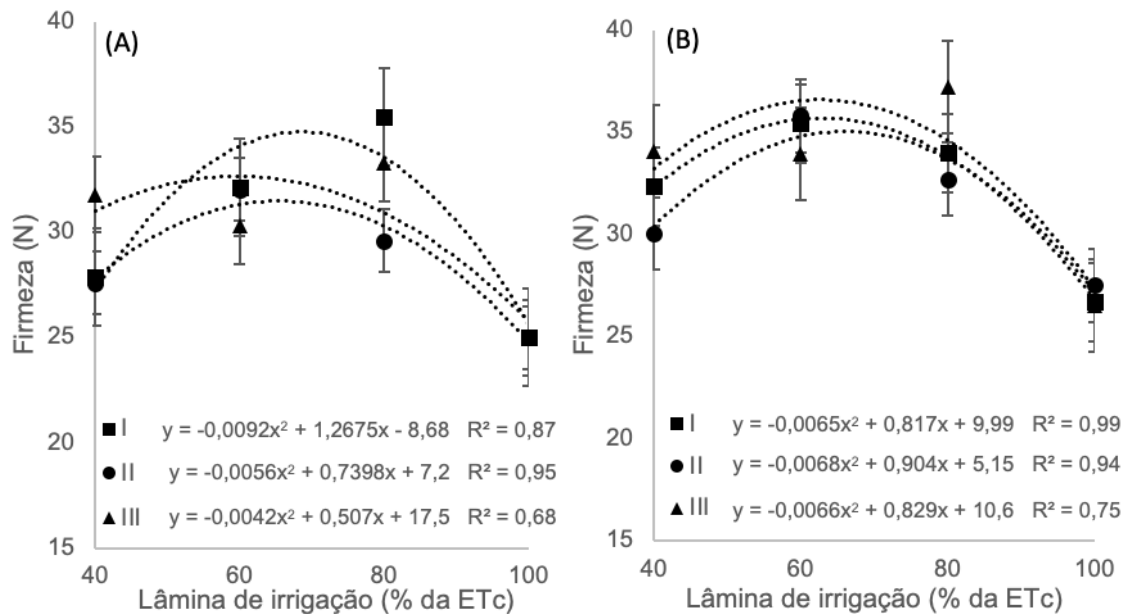


Figura 6. Firmeza da polpa dos frutos da mangueira ‘Kent’ submetida a déficit hídrico controlado, em dois ciclos produtivos: 2018 (A) e 2019 (B). FI – floração, FII – crescimento de frutos, FIII – maturação de frutos. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

No segundo ciclo, os valores de firmeza foram maiores que no primeiro ciclo devido, provavelmente, ao menor avanço do ponto de maturação, corroborado pelos menores valores de sólidos solúveis e maiores valores de acidez titulável observados. Durante a maturação, ocorre a degradação do amido em açúcares solúveis, reduzindo gradativamente a firmeza do fruto (CORDEIRO et al., 2014).

Os maiores valores de firmeza também estão relacionados ao estado mais túrgido dos frutos devido à disponibilidade hídrica adequada às plantas, corroborando com Simões et al. (2018) em experimento com a mangueira ‘Keitt’. A maior atividade fotossintética observada nessa faixa de irrigação possivelmente resultou em maior acúmulo de carboidratos de reserva, conferindo maior firmeza aos tecidos do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2017). Segundo Veiga et al. (2019), além das reações de natureza bioquímica, a firmeza também se reduz com a perda de turgescência, pois diminui o turgor das células do fruto.

No primeiro ciclo, estimou-se maior firmeza da polpa dos frutos de 34,9; 31,7 e 32,47 N para as lâminas de irrigação de 68,4; 66,0 e 60,4% da ETc, nas fases F1, F2 e F3, respectivamente. No segundo ciclo, estimou-se maior firmeza de 35,68; 35,24 e 36,65 N para as lâminas de 62,8; 66,5 e 62,8% da ETc, nas fases F1, F2 e F3, respectivamente.

Com relação à coloração dos frutos, houve interação entre os fatores lâmina de irrigação e o estágio fenológico, não havendo diferença entre os ciclos produtivos (Figura 7).

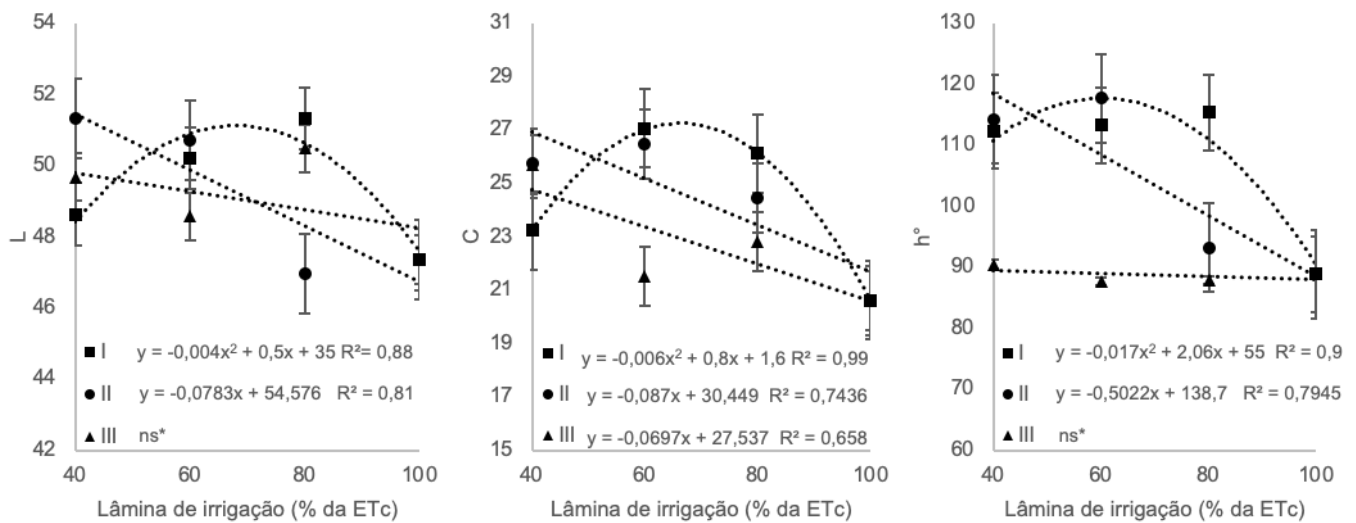


Figura 7. Luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (h°) de frutos da mangueira ‘Kent’ submetida a diferentes lâminas de irrigação, nas fases fenológicas: FI – Floração, FII – Crescimento de frutos, FIII – maturação. Barras verticais indicam o erro padrão das médias.

A luminosidade, a cromaticidade e o ângulo hue decresceram em virtude do aumento da lâmina de irrigação, apresentando frutos mais opacos. Graficamente, é considerado o ângulo hue de 0° como a cor vermelha, o ângulo de 90°, amarelo, o ângulo de 180°, verde, e o ângulo de 270°, azul (MCGUIRE, 1992). Portanto, a coloração dos frutos tende da cor verde para a amarela, sendo que na maior lâmina de irrigação os frutos estavam mais amarelos, demonstrando um ponto mais avançado de maturação, corroborando com os resultados de sólidos solúveis e firmeza observados. Os resultados de luminosidade e ângulo hue corroboraram com Serpa et al. (2014) em trabalho com a cultivar ‘Tommy’, apresentando maiores valores para frutos mais maduros. No entanto, os resultados de cromaticidade contrastaram com os mesmos autores, possivelmente por ser uma característica intrínseca das cultivares.

Os maiores valores de L, C e h° observados foram de 5,96; 27,4 e 117,87 para as lâminas de irrigação de 67,3; 66,6 e 61,57, na fase F1.

CONCLUSÃO

A irrigação com lâmina entre 79,5 e 83,6% da ETc durante a floração, crescimento e maturação de frutos proporcionou maiores trocas gasosas nas folhas da mangueira 'Kent', maior firmeza e acidez frutos.

A redução na lâmina de irrigação nas fases de floração e maturação de frutos diminuiu o teor de sólidos solúveis nos frutos, ao passo que na fase de crescimento de frutos o maior teor de sólidos solúveis foi obtido com irrigação entre 68,24 e 74,5% da ETc.

A irrigação com 40% da ETc na fase de floração aumentou a produção de frutos na mangueira 'Kent', ao passo que a irrigação com 80% da ETc aumentou a produção nas fases de crescimento e maturação de frutos.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PRUITT, W. O.; WRIGHT, J. L.; HOWELL, T. A.; VENTURA, F.; SNYDER, R.; ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ET_o by the FAO56 Penman-Monteith method. **Agricultural Water Management**, v. 81, n. 1-2, p. 1-22, 2006.

ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado de manga na União Européia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 2, p. 289-308, 2012.

ARAÚJO, O. D.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 51-73, 2017.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003.

BRECHT, J. K.; SARGENT, A. S.; KADER, A. A.; MITCHAM, E. J.; MAUL, F.; BRECHT, E. P.; MENOCA, O. **Manual de práticas para melhor manejo pós-colheita da manga**. National Mango Board, São Paulo-SP, Brasil, 2011.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p. 62-73, 2015.

CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P.; DA SILVA, N. M.; OLIVEIRA, M. B.; DA MOTA, W. F.; SOBRAL, R. R. S. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropeno. **Magistra**, v. 26, n. 2, p. 103-114, 2017.

COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; SILVA, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; SANTOS, M. R. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira ‘Tommy Atkins’ sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p. 2229, 2017.

COTRIM, C. E.; FILHO, M. A. C.; COELHO, E. F.; RAMOS, M. M.; CECON, P. R. Regulated deficit irrigation and tommy atkins mango orchard productivity under microsprinkling in brazilian semi arid. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1052-1063, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system for windows version 5.6. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2017.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: princípios de aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (org.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 209-220.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipalculturas-temporarias-epermanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 23 jan. 2021.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2018.

LEÃO, É. L. S.; MOUTINHO, L. M. G.; CAMPOS, L. H. R. Arranjo Produtivo Local da Fruticultura Irrigada do Vale do Submédio do São Francisco, Pernambuco/Bahia: Fluxos Comerciais e Dinamismo Local. 2016. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 273-303, 2016.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAÚJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Cambridge: Academic Press, 2011.

MCGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MORAIS, R. R. D.; ROSSI, L. M. B.; HIGA, R. C. V. Trocas gasosas de plantas jovens de taxi-branco submetidas à variação de temperatura foliar e suspensão da irrigação. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 97-104, 2017.

MOUCO, M. A. C. **Cultivo de mangueira**. 3. Ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015 (Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2).

OLIVEIRA, M. B.; SALES, R. P.; PEREIRA, M. C. T.; MOUCO, M. A. C.; FERREIRA, J. D.; CANO, R. N.; KONDO, M. K.; SANTOS, I. P.; MARTINS, R. S.; PEGORARO, R. F. Maturation and quality of 'Palmer' and 'Espada Vermelha' mango fruits in the Brazilian semi-arid. **Acta Horticulturae**, n. 1244, p. 237-244, 2019.

PRAKASH, K.; VIJAYAKUMAR, R. M.; BALAMOCHAN, T. N.; SUNDHAR SINGH, S. D. Effect of drip irrigation regimes and fertigation levels on yield and quality of mango cultivar 'alphonso' under ultra high density planting. **Acta Horticulturae**, v. 1066, p. 147-150, 2015.

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

SANDIP, M.; MAKWANA, A. N.; BARAD, A. V.; NAWAD, B. D. Physiology of flowering - the case of mango. **International Journal of Applied Research**, v. 1, n. 11, p. 1008-1012, 2015.

SANTOS, M. R. D.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L.; 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, n. 4, p. 362-369, 2014.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. D. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, p. 975-982, 2014.

SHI, S.; XIAOWEI, M.; XU, W.; ZHOU, Y.; WU, H.; WANG, S. Evaluation of 28 mango genotypes for physicochemical characters, antioxidant capacity, and mineral content. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 88, n. 1, 2015.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

SILVA, A. R. A. et al. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 86-93, 2013.

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

SILVA, F. G. D.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. D.; FILGUEIRAS, L.; MELO, A. S. D. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob

lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SIMÕES, W. L.; ANDRADE, V. P.; DO CARMO MOUCO, M. A.; DE SOUSA, J. S. C.; DE LIMA, J. R. F. Produção e qualidade da mangueira ‘Kent’ (*Mangifera indica* L.) submetida a diferentes lâminas de irrigação no semiárido nordestino. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. e7832-e7832, 2021.

SIMÕES, W. L.; ANDRADE, V. P.; MOUCO, M. A.; SILVA, J. S.; SILVA, W. O. Production and post-harvest of ‘Kent’ mango under different irrigation systems. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 28, p. 397-404, 2020.

SIMÕES, W. L.; FERREIRA, P. P. B.; MOUCO, M. A. C.; GUIMARÃES, M.; SILVA, J. A. B. Produção e respostas fisiológicas da mangueira cv. Keitt sob diferentes sistemas de irrigação no Submédio do São Francisco. **Irriga**, v. 23, n. 1, p. 34-43, 2018.

SIMÕES, W. L.; MOUCO, M. A. C.; ANDRADE, V. P. M.; BEZERRA, P. P.; COELHO, E. F. Fruit yield and quality of Palmer mango trees under different irrigation systems. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. e3254, 2020.

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

SUKHVIBUL, N.; WHILEY, A. W.; SMITH, M. K.; HETHERINGTON, S. E.; VITHANAGE, V. Effect of temperature on inflorescence and floral development in four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p. 67-84. 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora. 2017.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; AHMAD, M. D.; BOS, M. G. Energy and water balance measurements for water productivity

analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, n. 10, p. 1524-1537, 2008.

VASCONCELOS, L. H. C., DA SILVA, F. A., NASCIMENTO, L. M., & VASCONCELOS, R. F. Post-harvest evaluation of 'Dekopon' tangerins submitted to the application of calcium chloride in pre-harvest. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e132963638, 2020.

VAN BUEREN, E. T. L.; STRUIK, P. C. Diverse concepts of breeding for nitrogen use efficiency. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 5, p. 37-50, 2017.

VEIGA, J. C.; BARBARÁ, M. A.; DA SILVA, B. M. P.; VALENTINI, S. R. T.; CRISTOFANI-YALY, M.; BRON, I. U. Refrigeração e cera na conservação pós-colheita da tangerina IAC 2019 Maria. **Citrus Research & Technology**, v. 40, e.1046, p. 1-9, 2019.

WEI, J.; LIU, G.; LIU, D.; CHEN, Y. Influence of irrigation during the growth stage on yield and quality in mango (*Mangifera indica* L). **PLoS ONE**, v. 12, n. 4, e0174498, 2017.

ZERBINI, P. E.; VANOLLI, M.; RIZZOLO, A.; GRASSI, M.; PIMENTEL, R. M. A.; SPINELLI, L.; TORRICELLI, A. Optical properties, ethylene production and softening in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 101, p. 58-65, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação com lâminas de 40% da ETc na fase de floração e 80% da ETc na fase de floração e maturação de frutos aumentou o número de frutos por planta, o que resultou no aumento da produtividade, eficiência no uso de água e relação benefício/custo no cultivo da mangueira 'Kent'.

A irrigação com lâmina entre 79,5 e 83,6% da ETc durante as três fases fenológicas testadas proporcionou maiores trocas gasosas, maior firmeza e acidez titulável nos frutos.

A redução da lâmina de irrigação nas fases de floração e maturação de frutos diminuiu o teor de sólidos solúveis nos frutos, ao passo que na fase de crescimento de frutos o maior teor de sólidos solúveis foi obtido com irrigação entre 68,24 e 74,5% da ETc.

APÊNDICE

CAPÍTULO II

Tabela 1. Quadro da análise de variância com os quadrados médios dos fatores de variação em relação às variáveis analisadas. FPP: Frutos por planta. PMF: Peso médio de frutos. PROD: Produtividade. EUA: Eficiência do uso de água.

FV	GL	FPP	PMF	PROD	EUA
Bloco	3	201,38	5915.27	48.86	0,58
Lâmina (L)	3	135.95	1586.36	13.05	0,45*
Fase (F)	2	263.11	10169.72*	153.16*	0,58*
Ciclo (C)	1	56.25	333704.16*	1162.87*	31,28*
F x C	2	4.66	2752.37	7.84	0,07
L x C	3	52.69	975.06	8.63	0,15
L x F	6	175.38*	4170.54*	40.48*	0,29
L x F x C	6	44,55	1284.49	5.58	0,07
Erro	69	114,84	2576,07	17.77	0,20
CV (%)		16,11	8,27	12,32	12,54

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CAPÍTULO III

Tabela 1. Quadro da análise de variância com os quadrados médios dos fatores de variação em relação às variáveis analisadas. PPP: Produção por planta. SST: Sólidos solúveis totais. L: Luminosidade. C: Cromaticidade. H: ângulo hue.

FV	GL	PPP	SST	Acidez	pH	Firmeza	L	C	H
Bloco	3	139.69	1.98	0.035	0.038	0.125	22.29	17.48	6.185
Lâmina (L)	3	45.80	1.73*	0.015*	0.26*	1.196*	25.11	103.92*	1475.4*
Fase (F)	2	208.03*	3.72*	0.0004	0.38	0.075*	10.44	26.28*	3315.1*
Ciclo (C)	1	1109.35*	32.80*	2.750*	1.73*	0.003*	0.104	1.89	0.1666
F x C	2	56.07	1.69	0.005	0.18	1.034	20.20	31.87	665.91
L x C	3	54.52	0.70	0.013	0.20*	0.003	1.326	0.42	0.2500
L x F	6	11.45*	0.62*	0.0084	0.47	0.003*	1.193*	0.44*	3.760*
L x F x C	6	17.96	0.29	0.0080	0.22	0.004	1.588	1.12	1.468
Erro	69	30.34	0.73	0.0127	0.07	0.020	20.87	4.37	15.21
CV (%)		12,32	10,35	13,56	12,17	5,05	9,37	8,87	3,93

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Quadro da análise de variância com os quadrados médios dos fatores de variação em relação às variáveis analisadas. Fotossíntese, condutância, transpiração e temperatura foliar.

FV	GL	FOTO	C. EST	TRANSP	TEMP
Bloco	3	2.759*	0.000104*	0.092585*	6.886254*
Lâmina (L)	3	18.367*	0.002985*	2.254013*	1.588379*
Fase (F)	2	0.137	0.000007	0.004051	3.392916
Ciclo (C)	1	8.778*	0.000442*	1.570817*	0.000651
F x C	2	0.0006	0,000004	0.000059	0.000060
L x C	3	2.201*	0.000054*	0.008481*	0.000004
L x F	6	0.235	0.000007	0.008634	4,55368
L x F x C	6	0.0001	0,0000001	0.000007	0.000004
Erro	69	0.117	0.000005	0.004243	2.525345
CV (%)		5,17	5,41	5,40	3,6

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.