



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

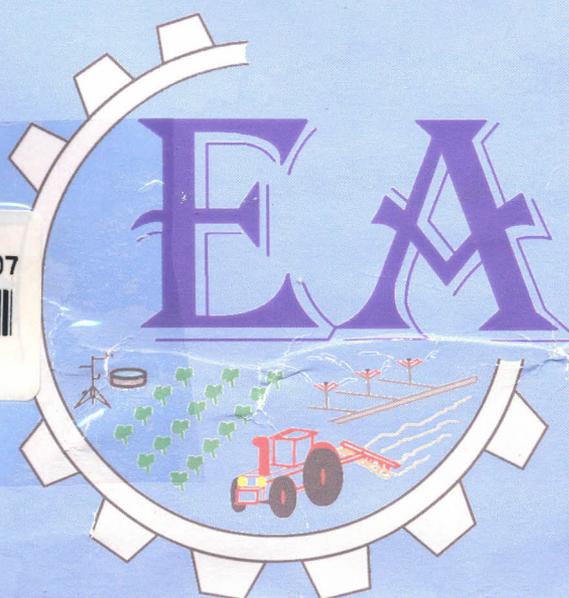
Fabiana Torres Gomes

**MANEJO DO DEFICIT HÍDRICO PARA INDUÇÃO FLORAL
DA MANGUEIRA 'KENT' NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO
FRANCISCO**

Manejo do deficit hidrico ...
2019 TS-PP-2019.00007



CPATSA-58983-1



2019
.9
PP-2019.00007

JUAZEIRO-BA

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Fabiana Torres Gomes

**MANEJO DO DEFICIT HÍDRICO PARA INDUÇÃO FLORAL
DA MANGUEIRA 'KENT' NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO
FRANCISCO**

Trabalho apresentado ao
Programa de Pós-graduação em
Engenharia Agrícola da
UNIVASF, como requisito para a
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Agrícola.

Orientador: Dr. José Aliçandro
Bezerra da Silva

Coorientador: Dr. Welson Lima
Simões

JUAZEIRO-BA
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

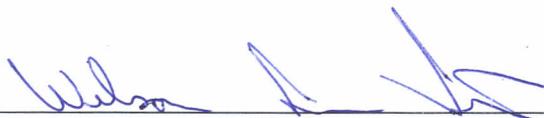
Fabiana Torres Gomes

**“MANEJO DO DEFICIT HÍDRICO PARA INDUÇÃO FLORAL DA
MANGUEIRA ‘KENT’ NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO
FRANCISCO”**

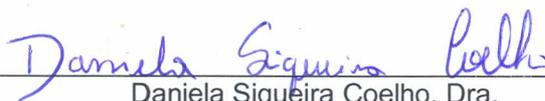
Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação *Strito Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.



José Aliçandro Bezerra da Silva, Prof. Dr.
(UNIVASF/CPGEA)



Welson Lima Simões, Dr.
(Embrapa Semiárido)



Daniela Siqueira Coelho, Dra.
(INEMA)



Marcelle Almeida da Silva, Profa. Dra.
(UNIVASF/CCBIO)

Aos meus pais, Fernando e Maria Eunice;
minha avó, Arlinda Torres; meus irmãos,
Eliakim, Elielson e Fernanda e ao meu
noivo, George.
Com todo amor,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu Deus, por ter guiado os meus passos e por ter me mantido firme, durante esse ciclo acadêmico;

Aos meus pais, Fernando e Maria Eunice, por todo apoio, paciência, cuidado e amor de sempre. Meus pais são os meus maiores exemplos de vida e dedicação ao próximo;

Aos meus irmãos, Eliakim, Elielson e Fernanda. Acredito que poucas coisas no mundo são mais sinceras e poderosas do que o amor entre irmãos. Obrigada por me fazerem sentir esse tão grande amor, mesmo estando longe fisicamente;

Ao meu noivo, George Araújo, que tanto me inspira e incentiva. George foi (e sempre será) o meu abraço de aconchego durante esses dois anos, o qual busquei inúmeras vezes nos momentos de dificuldade, quando o desânimo me dominava. Além disso, contribuiu muito com seus conhecimentos acadêmicos, me ajudando a sanar dúvidas que surgiram durante a realização deste trabalho. Obrigada por tudo e por tanto! Te amo!

À família do meu noivo, que me acolheu na minha chegada a esta cidade, quando ainda não tinha encontrado lugar para morar. Agradeço especialmente aos meus sogros, dona Graça e Sr. George, que sempre me trataram tão bem e por todo cuidado e carinho a mim dedicados;

Aos amigos e colegas que a pós-graduação me permitiu conhecer, Amélia Faustino, Ana Carla Menezes, Camila Santana, Janiele Pereira, Thiago Cirilo, Luan Wanberg, Maria Raphaela e Victor Hugo, por todos os momentos compartilhados, pelo incentivo, troca de conhecimentos e por sempre estarem dispostos a ajudar, qualquer que fosse a necessidade. Sentirei saudades de vocês;

Aos amigos que me acompanham desde o início da graduação. Marcelo e Jadna. Vocês são bênçãos na minha vida, irmãos de alma e coração. Obrigada por tornarem essa caminhada mais leve;

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade e infraestrutura oferecida para a realização do mestrado;

Ao meu Orientador, Dr. José Aliçandro, por sempre estar disposto a me ajudar, pela paciência, incentivo e por ser sempre tão gentil;

Ao meu Coorientador, Dr. Welson Simões, por todos os conselhos, pela

oportunidade e orientação recebida, tornando possível a realização deste trabalho;

À Embrapa Semiárido, pela infraestrutura para a execução da pesquisa;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

À Fazenda Special Fruit, por disponibilizarem a área experimental, pelo fornecimento de dados e todo apoio durante os trabalhos. Agradeço especialmente ao funcionário Edilson, por toda prestatividade, por sempre estar disponível para me tirar as dúvidas que surgiram durante a realização deste trabalho e por todo ensinamento transmitido;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, pelos ensinamentos transmitidos dentro e fora da sala de aula;

À Carolina Torres, secretária do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UNIVASF, pelo apoio, amizade e por sempre ter a solução para os nossos problemas. “Rostinho”, você é incrível!

À equipe de trabalho da EMBRAPA, pelo auxílio durante o desenvolvimento desta pesquisa, desde a condução do experimento em campo. Agradeço especialmente aos que trabalharam diretamente comigo, Vinícius, Jefferson (Jefinho), Jamerson, Wesley, Lair, Fernanda, Keila e Bruno;

À minha amiga Vanusia, técnica responsável pelo Laboratório de Citologia e Fisiologia Vegetal da UNIVASF, pela amizade e colaboração durante a realização das análises bioquímicas. Aproveito também para externar minha gratidão a Victor Hugo e Daise Reis, que foram fundamentais para realização dessas análises e para tabulação e interpretação correta dos dados;

À Maria Gilzete, por toda dedicação durante os trabalhos em campo e por sempre ter estado disposta a me ajudar, me levando diversas vezes à fazenda quando precisei;

À Miguel Guimarães, pelo auxílio com as análises estatísticas e pelas inúmeras contribuições, ajudando a enriquecer este trabalho;

Por fim, a todos que de alguma forma participaram da minha vida durante esse período.

Muito obrigada!

“Acredite em voce, na força da sua fé, nas vezes que você teve que remar contra a maré. Cada “não” que alguém lhe disse deu forças pra que surgisse um desejo de provar que quando a gente tropeça se levanta e recomeça sem parar de caminhar.”

- Bráulio Bessa

GOMES, F. F. **Manejo do Deficit Hídrico para Indução Floral da Mangueira 'Kent' no Vale do Submédio São Francisco**. 2019. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF

RESUMO

O estabelecimento do nível adequado do déficit hídrico na fase de indução floral da mangueira, é um dos principais problemas enfrentados pelos produtores do Vale do Submédio São Francisco. Dentre as cultivares presentes na região, a mangueira 'Kent' é conhecida pelo seu difícil manejo da floração, por essa razão, os produtores só têm conseguido ofertar o seu produto apenas em um período específico do ano. Assim, objetivou-se com esse estudo, aprimorar o manejo do déficit hídrico para a indução floral da mangueira 'Kent' no Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi conduzido em um pomar comercial da Fazenda Special Fruit, em Petrolina – PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo os tratamentos cinco lâminas de irrigação (24; 36; 48; 60 e 100%) baseadas na Evapotranspiração da cultura (ET_c) e dois ciclos de cultivo (2017 e 2018) como subparcelas, utilizando quatro repetições. Foram analisadas as trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática, transpiração, temperatura foliar, concentração interna de carbono, relação Ci/Ca e eficiência instantânea de uso da água); as características bioquímicas das folhas (açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores, aminoácidos totais e proteínas solúveis totais); número de panículas, número de frutos por panícula e por planta, peso médio do fruto, produção e produtividade; a Eficiência do Uso da Água (EUA) e as características pós-colheita dos frutos (firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, coloração da casca e pH). Os resultados mostraram que o aumento do nível de déficit hídrico durante a indução floral de mangueiras 'Kent' promoveu o aumento no número de panículas por planta, ao passo que o incremento da irrigação levou a maiores taxas de fotossíntese, condutância estomática e transpiração foliar. O déficit hídrico equivalente a 60% da ET_c, promove maior peso médio, produtividade e EUA da cultura. O número de frutos por panícula e o número de frutos por planta não foram influenciados pelas lâminas aplicadas, diferindo apenas em relação aos ciclos estudados, apresentando um maior número de frutos no segundo ciclo de produção. Para todas as lâminas avaliadas, foram produzidos frutos dentro dos padrões exigidos para exportação. O déficit hídrico induz a produção de panículas em mangueiras cv. Kent e contribui com o aumento da produtividade da cultura. O déficit hídrico baseado em 60% da ET_c, é o indicado para a mangueira 'Kent' nas condições estudadas, por favorecer o aumento da produtividade e melhorar a EUA. Não foi observado efeito dos tratamentos sobre as variáveis bioquímicas e de pós-colheita avaliadas. Com base nos resultados encontrados, as diferentes condições do ambiente em interação, os padrões de safras anuais e o nível de estresse influenciam de forma decisiva a produção de panículas e, conseqüentemente, a produtividade da mangueira 'Kent'.

Palavras-chave: Floração. Estresse hídrico. Irrigação. *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

The establishment of an adequate level of water deficit in the floral induction phase of the mango tree is one of the main problems faced by the producers of the. Among the cultivars present in the region, the 'Kent' hose is known for its difficult flowering management, so producers have only been able to offer their product only at a specific time of the year. Thus, the objective of this study was to improve the management of water deficit for the floral induction of the mango tree "Kent" in the Valley of Submdio San Francisco. The experiment was conducted in a commercial orchard of Special Fruit Farm, in Petrolina - PE. The experimental design was in randomized blocks with split plots. The treatments were five irrigation depths (24; 36; 48; 60 and 100%) based on crop evapotranspiration (ETc) and two cultivation cycles (2017 and 2018) as subplots, using four repetitions. Gas exchange (photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, leaf temperature, internal carbon concentration, Ci / Ca ratio and instantaneous water use efficiency) were analyzed; leaf biochemical characteristics (total soluble sugars, reducing and non-reducing sugars, total amino acids and total soluble proteins); number of panicles, number of fruits per panicle and per plant, average fruit weight, yield and productivity; Water Use Efficiency (WUE) and fruit postharvest characteristics (flesh firmness, soluble solids content, titratable acidity, peel color and pH). The results showed that the increase of water deficit level during the floral induction of 'Kent' hoses promoted an increase in the number of panicles per plant, while increased irrigation led to higher rates of photosynthesis, stomatal conductance and leaf sweating. The water deficit equivalent to 60% of ETc, promotes higher average weight, yield and crop WUE. The number of fruits per panicle and the number of fruits per plant were not influenced by the applied blades, differing only in relation to the studied cycles, presenting a higher number of fruits in the second production cycle. For all evaluated blades, fruits were produced within the required export standards. Water deficit induces panicle production in hoses cv. Kent and contributes to increased crop productivity. The 60% ETc-based water deficit is indicated for the 'Kent' hose under the conditions studied, as it favors increased productivity and improves the WUE. No effect of treatments on the biochemical and postharvest variables evaluated was observed. Based on the results found, the different conditions of the interacting environment, the annual crop patterns and the stress level decisively influence the panicle production and, consequently, the productivity of the 'Kent' hose.

Key words: Flowering. Hydric stress. Irrigation. *Mangifera indica* L.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO	Pág.
FIGURA 1. Médias diárias de precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperaturas máxima, média e mínima, durante a indução floral (abril a junho) em dois ciclos produtivos de mangueira cv Kent, no município de Petrolina – PE.....	34
FIGURA 2. Fotossíntese – <i>A</i> (A), Condutância Estomática – <i>g_s</i> (B), Transpiração foliar – <i>E</i> (C) e Temperatura foliar – <i>T_f</i> (D) durante a indução floral de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$).....	40
FIGURA 3. Número de paniculas por planta de mangueira cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (** = $p < 0,01$).....	42
FIGURA 4. Peso médio do fruto de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (* = $p < 0,05$).....	44
FIGURA 5. Produtividade de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (* = $p < 0,05$).....	45
FIGURA 6. Eficiência de uso da água de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (* = $p < 0,05$).....	46

LISTA DE TABELAS

ARTIGO	Pág.
TABELA 1. Características química e física do solo da área experimental, localizada na Fazenda Special Fruit, em Petrolina-PE.....	35
TABELA 2. Número de frutos por panícula e número de frutos por planta de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina	—
PE.....	43

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. A CULTURA DA MANGUEIRA	16
2.1.1. Origem e Distribuição.....	16
2.1.2. Aspectos Botânicos e Morfológicos	17
2.1.3. Mangueira 'Kent'	18
2.1.4. Aspectos Econômicos	19
2.1.5. Irrigação, Eficiência do Uso da Água e Deficit Hídrico.....	23
2.1.6. Floração da Mangueira	20
2.1.7. Processo de indução Floral no Vale do Submédio São Francisco.....	22
3. REFERÊNCIAS	25
4. ARTIGO	31
MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA CV. KENT EM REGIÃO SEMIÁRIDA	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 <i>Localização do campo experimental e condições de cultivo</i>	<i>33</i>
4.2 <i>Material vegetal, delineamento experimental e tratamentos</i>	<i>35</i>
4.3 <i>Variáveis fisiológicas.....</i>	<i>36</i>
4.4 <i>Variáveis bioquímicas.....</i>	<i>37</i>
4.5 <i>Número de panículas, produção e produtividade</i>	<i>37</i>
4.6 <i>Eficiência de uso da água.....</i>	<i>38</i>
4.7 <i>Características pós-colheita</i>	<i>38</i>
4.8 <i>Análise Estatística</i>	<i>39</i>
RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
CONCLUSOES.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores de manga (*Mangifera indica* L) do mundo. A região do Vale do Submédio São Francisco é tida como a mais importante quando se considera a área plantada e produção nacional, possuindo em torno de 35 mil hectares cultivados. Em 2017, a manga foi a fruta mais exportada pelo país, sendo 80% deste total, proveniente do Vale do Submédio São Francisco. O êxito que a região apresenta, ocorre principalmente devido aos ajustes da cultura às condições climáticas, resultando em alta produtividade e frutos com alto padrão de qualidade (SANTOS et al., 2014; VALEXPORI, 2016; KIST et al., 2018).

Embora as condições climáticas proporcionem a região excelentes possibilidades de cultivo, é indispensável o uso da irrigação para suprir a necessidade hídrica da cultura, uma vez que as chuvas dessa região são escassas e mal distribuídas. Porém, com a finalidade de priorizar a conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade do pomar, a irrigação deve ser realizada de forma adequada nesta região, uma vez que os recursos hídricos são relativamente escassos (COTRIM et al., 2017). De acordo com Cotrim et al. (2017) e Al-Harbi et al. (2018), em regiões áridas e semiáridas a utilização de um manejo de irrigação eficiente é essencial para o sucesso no cultivo da mangueira.

Na mangicultura, estratégias de manejo da irrigação são realizadas nas diversas fases do ciclo de produção da cultura. Entretanto, apesar da aplicação desta técnica de manejo, ocorrem irregularidades tanto na época de produção, como também na produtividade e oferta dos frutos, sendo esses, alguns dos maiores obstáculos enfrentados pelos produtores. Dessa forma, o maior desafio é controlar a época de floração, buscando ofertar suas safras em períodos de maior viabilidade econômica (MOUCO, 2012; MANCIN et al., 2014; SANTOS et al., 2016).

Para induzir a floração da mangueira no Vale do Submédio São Francisco, além de reguladores vegetais e manejos de poda e adubação, utiliza-se irrigação com deficit. De acordo com Ramírez e Davenport (2010), o estresse hídrico mantém a árvore em repouso e evita a emissão de fluxos vegetativos, diminuindo os níveis de giberelinas e, conseqüentemente, levando a maturação dos ramos. Estudos realizados mostram que além de economizar água, o deficit hídrico pode manter ou até mesmo aumentar o rendimento das culturas, assim como, melhorar a qualidade dos frutos (LIU et al., 2016).

Por outro lado, em condições de déficit hídrico, ocorrem alterações no metabolismo fisiológico das plantas, que levam a reduções na fotossíntese, transpiração foliar, condutância estomática e concentração de carbono interno (Ribeiro et al. 2013). Deste modo, deve-se ter o cuidado ao reduzir a quantidade de água aplicada na irrigação de modo que esses processos fisiológicos não tenham reduções significativas, evitando assim que a produtividade da cultura sofra perdas consideráveis.

Apesar de empregado há algum tempo, o nível de redução das lâminas de irrigação aplicadas na fase de indução floral necessita de aperfeiçoamentos, pois, de forma geral, tem sido realizada sem embasamento técnico (MOUCO et al., 2010).

Com relação as cultivares presentes na região, a cultivar 'Tommy Atkins' é a mais cultivada, ocupando maior área do total destinado à cultura. Porém, existe a preocupação relacionada com a vulnerabilidade ao mercado e aos problemas fitossanitários que podem ser ocasionados pelo uso de apenas uma cultivar. Devido a esse fato, houve a inserção de novas cultivares na região como 'Palmer', 'Kent' e 'Keitt', para as quais é imprescindível o uso de tecnologias que possibilitem um manejo ideal da fase de floração.

Dentre essas cultivares, a 'Kent' é considerada uma das mais difíceis de se manejar a floração. Por essa razão, os produtores têm conseguido ofertar o seu produto apenas entre os meses de outubro e dezembro. Por outro lado, características como a reduzida quantidade de fibras e o sabor superior às demais cultivares presentes na região, fazem essa fruta ser bastante apreciada em países da Europa e Ásia (MOUCO, 2008).

A falta de informação sobre o manejo do déficit hídrico no cultivo da mangueira 'Kent', tem levado os produtores a aplicarem cada vez mais produtos que aceleram a maturação das gemas, o que tem aumentado os custos do sistema de produção. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho, aprimorar o manejo do déficit hídrico para a indução floral da mangueira 'Kent' no Vale do Submédio São Francisco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A CULTURA DA MANGUEIRA

2.1.1. Origem e Distribuição

A *Mangifera indica* tem sua origem no continente asiático, mais especificamente na Índia (MENZEL; LAGADEC, 2017). A sua introdução no Brasil provavelmente foi realizada pelos portugueses, no século XVI. Devido a semente de manga ter baixa longevidade, a distribuição para outras regiões pode ter ocorrido por meio do fruto parcialmente maduro ou de mudas trazidas pelos descobridores (PINTO et al., 2000).

No Brasil, as variedades cultivadas têm duas origens; a indiana, que produz frutos oblongos e arredondados, com boa aparência externa, coloração da casca variando de rosa a vermelho intenso e sementes monoembriônicas; e a filipínica ou indochinesa, que se caracteriza por produzir frutos compridos, casca de coloração amarela a verde e sementes poliembriônicas, sendo normalmente usadas como porta-enxertos por apresentarem menor variação genética (PINTO et al., 2009).

Na Região Nordeste, a mangueira é cultivada praticamente em todos os estados, principalmente nas áreas irrigadas da região semiárida, que possuem condições climáticas propícias para o cultivo desta frutífera, permitindo assim o alcance de altos rendimentos e alta qualidade dos frutos (ALMEIDA et al., 2015; COTRIM et al., 2017). Além disso, as tecnologias empregadas para o manejo da floração, tornam possível o escalonamento da produção durante o ano, favorecendo o acesso aos diferentes mercados, em épocas adequadas à comercialização (MOUCO, 2011).

As cultivares plantadas na Região Nordeste, são de origem americana, com frutos de aceitação também no mercado externo. Na Região Sudeste, as mangueiras são cultivadas em sua maioria, em condições não irrigadas, tendo a safra concentrada em um só período do ano, entre os meses de outubro e janeiro, com os frutos comercializados principalmente no mercado interno (SOUZA, 2015).

Com relação às variedades presentes na região do Vale do Submédio São

Francisco, a 'Tommy Atkins' é a mais cultivada, ocupando a maioria da área total destinada à cultura. Porém, a preocupação relacionada com a vulnerabilidade ao mercado e aos problemas fitossanitários que podem ser ocasionados pelo uso de apenas uma variedade, levou à inserção de novas variedades na região. Por conseguinte, já existem pomares em grande escala, formados pelas variedades 'Palmer', 'Kent' e 'Keitt', para as quais é imprescindível o uso de tecnologias que possibilitem um manejo de floração ideal (MOUCO, 2008).

2.1.2. Aspectos Botânicos e Morfológicos

A mangueira pertence a família Anacardiaceae, onde são encontrados outros gêneros importantes como a *Anacardium* e a *Spondias*. No gênero *Mangifera*, Bompard (1993) descreve a existência de 69 espécies e as classifica de acordo com as características morfológicas, sendo a *M. indica* a espécie de maior importância comercial.

É uma planta de porte médio a grande, podendo chegar até 30 metros de altura, dependendo da cultivar, do clima, do solo e do manejo. Possui copa arredondada e simétrica, variando de baixa e densa a ereta e aberta. O sistema radicular da mangueira é formado por uma raiz pivotante bem desenvolvida, que cresce até encontrar o lençol freático, o que possibilita uma boa sustentação à planta e lhe permite sobreviver em períodos prolongados de estiagem (PINTO et al., 2000).

Todas as raízes possuem inúmeras ramificações, chamadas de radículas, que podem alcançar até 5,5 m de profundidade e 7,6 m de distância lateral. As radículas são as principais responsáveis pela absorção da solução do solo e, portanto, pela nutrição da planta. Nos pomares das regiões áridas e semiáridas, que utilizam irrigação localizada, o tamanho e forma do sistema radicular segue a distribuição da água no solo (PINTO et al., 2000; CUNHA et al., 2002).

As folhas são em sua maioria, lanceoladas, com textura coriácea e geralmente medem de 15 a 40 cm de comprimento e de 1,5 a 4 cm de largura. Quando jovem a coloração varia da tonalidade verde clara a levemente amarronzada ou arroxeada, tornando-se verde escura quando madura. A face superior é plana e o pecíolo é curto, com medidas variando de 2,5 a 10 cm (PINTO et al., 2009).

A mangueira é uma planta andrógina, possui flores estaminadas (masculinas) e hermafroditas na mesma panícula. A proporção de sexo (a proporção de flores perfeitas para estaminadas) é um componente variável dentro de panículas, árvores e entre cultivares (GEETHA et al., 2016). Eventos endógenos e fatores ambientais influenciam essa proporção (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2016).

Geralmente, a inflorescência da mangueira é terminal, muito ramificada e possui formato piramidal. Em regra, a maioria das flores hermafroditas é encontrada nas partes mediana e inferior da panícula. O número total de flores em uma panícula pode variar de centenas a milhares, das quais apenas 2 ou 3% são perfeitas em algumas variedades (GEETHA et al., 2016).

As flores são pequenas, com tamanho variando de 5 a 10 mm de diâmetro. O perianto geralmente consiste de cinco pétalas e sépalas que variam de ovoides a lanceoladas e finamente pubescentes. O número de pétalas varia de três a nove (geralmente cinco) e apresentam coloração variada, podendo ser branca, vermelha, cor-de-rosa ou mesmo amarela (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2016).

As sepálias esverdeadas e amarelas podem variar em número de quatro a sete e possuem pedicelo curto. As anteras possuem quatro lóculos e a deiscência ocorre longitudinalmente para revelar o pólen. Possui ovário superior, séssil, livre e de coloração amarela (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2016).

O fruto é uma drupa, com características variando entre as cultivares para tamanho e peso, podendo chegar até 2 kg; formato, que pode ser reniforme, ovado, oblongo, arredondado ou cordiforme; e a cor com tons de verde, amarelo e vermelho. Geralmente, a cor do fruto está associada a cor da raque. A casca é coriácea e macia; a polpa possui coloração amarela com teor de fibra e sabor variando de acordo com a variedade. A semente é fibrosa e também apresenta distinções quanto a forma e tamanho) de acordo com a variedade (PINTO et al., 2009).

2.1.3. Mangueira 'Kent'

A variedade Kent apresenta planta ereta, copa aberta e vigor médio. O fruto é oval, verde amarelado, corado de vermelho purpúreo, grande, pesando em média 650 g, alta qualidade de polpa (20,1º Brix e quase sem fibra), casca de

espessura média, relação polpa/ fruto de 0,62%. Susceptível à antracnose e ao colapso interno do fruto, apresentando baixa vida de prateleira. O ciclo de maturação é de médio a tardio (PINTO et al., 2002). É uma cultivar de difícil manejo da floração. Por essa razão, os produtores têm conseguido ofertar o seu produto apenas entre os meses de outubro e dezembro. No entanto, características como a pouca quantidade de fibras e o sabor superior às demais variedades cultivadas na região, tornam-a bastante apreciada em alguns países da Europa e Ásia (SOUZA, 2015).

As áreas cultivadas com mangueiras 'Kent' no Vale do Submédio São Francisco encontram-se em crescente expansão, sendo que até 2010, a área ocupada era de aproximadamente mil hectares. Sua produtividade é de cerca de 20 toneladas por hectare.

2.1.4. Aspectos Economicos

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das frutíferas tropicais mais cultivadas no mundo, ocupando a segunda posição em produção e área cultivada (3,7 milhões de hectares) (JAHURUL et al., 2015; MENZEL; LAGADEC, 2017).

O Brasil está entre os principais países produtores, ocupando o sétimo lugar no ranking mundial (FAO, 2017), sendo o sexto maior exportador. Em 2016, a área cultivada com mangueira foi de 52.174 hectares, gerando uma produção superior a um milhão de toneladas. Desse total produzido, a Região Nordeste foi responsável por 71,78% (IBGE, 2017). Em 2017, foi a fruta mais exportada, enviando cerca de 179 mil toneladas, com faturamento superior a US\$ 205 milhões (KIST et al., 2018).

O Vale do Submédio São Francisco é a principal região produtora de manga, com cerca de 35 mil hectares destinados a mangicultura, sendo responsável por 80% do total exportado. O sucesso da atividade na região se dá devido às condições climáticas favoráveis e a tecnologia de manejo da floração (VALEXPORT, 2016; COTRIM et al., 2017).

Com relação às exportações, o Brasil se beneficia pela sazonalidade na oferta dos países concorrentes. Como os mangicultores brasileiros conseguem produzir durante todo o ano, podendo ofertar a fruta no momento em que há baixa concentração de oferta no mercado internacional, aproveitando melhores

cotações de preço. Suas vendas concentram-se entre os meses de agosto e dezembro, período em que os concorrentes saem do mercado (ARAÚJO, 2004).

2.1.5. Floração da Mangueira

A iniciação floral consiste na mudança morfológica de um ponto de crescimento induzido a partir de um primórdio vegetativo para um floral. é o início do desenvolvimento da flor, que na mangueira pode ser estimulada por fatores ambientais ou através do manejo realizado na cultura (SWAMY, 2012).

O florescimento é o evento inicial para a produção da manga que determina quando e quantos frutos serão produzidos. Entender essa fase, contribui para que a colheita seja planejada para acontecer nos momentos de mercado mais favoráveis ao produtor (ORDÓÑEZ, 2011).

O frio e o estresse hídrico são condições naturais que induzem a paralisação do crescimento vegetativo da mangueira, nas condições de clima subtropical e tropical, respectivamente. A ocorrência de temperaturas baixas, nas condições subtropicais, define o período de floração e de produção da mangueira (SOUZA, 2015).

Para que a mangueira floresça em condições subtropicais, é essencial a ocorrência de temperaturas frias (entre 10 °C e 18°C) ao longo de todo o processo de florescimento, compreendendo desde a morfoênese floral até a completa formação da inflorescência. Por outro lado, nas regiões tropicais, o florescimento é menos dependente da temperatura, sendo necessária a exposição da planta a um período de déficit hídrico (NUÑEZ-ELISEA et al., 1996; RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010).

Em estudos realizados com a indução floral em mangueiras, elucidou-se a teoria da existência de duas substâncias envolvidas no processo de floração, denominadas de "promotor florigênico" (PF) e "promotor vegetativo" (PV), este último, acredita-se ser uma giberelina. O PV estimula a emissão de fluxos vegetativos e o PF estimula a emissão de fluxos reprodutivos (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010).

Na mangueira, o PF é sintetizado nas folhas e regulado pela temperatura. Em condições de baixas temperaturas, nas regiões subtropicais ocorre o aumento do PF e a diminuição do PV, que leva ao aumento da razão PF/PV, resultando na

indução floral (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). A elevada razão PF/PV estimula a formação de brotações reprodutivas, ao passo que a baixa relação PF/PV estimula a formação de brotações vegetativas e, quando ocorre em níveis intermediários, surgem as brotações mistas (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010; RAMÍREZ et al, 2010a).

Assim, as giberelinas parecem ser os promotores vegetativos que atuam na regulação da floração da mangueira. Altos níveis de giberelinas inibem a floração e estimulam o crescimento vegetativo, e por outro lado, o declínio desses níveis aumenta a taxa de floração (RAMÍREZ et al., 2010a).

O florescimento pode ocorrer em regiões tropicais após um período de estresse hídrico. O estresse hídrico mantém a árvore em repouso e evita a emissão de fluxos vegetativos, diminuindo os níveis de giberelinas (PV) e, conseqüentemente, levando a maturação dos ramos (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010), através do acúmulo do PF de acordo com o amadurecimento do ramo (SILVA, 2007). A idade do último fluxo vegetativo é o principal fator que determina a indução floral.

De acordo com o aumento da maturidade dos ramos, há maior possibilidade que o florescimento ocorra nos ramos terminais. Nesse estágio, a coloração verde escuro é um indicativo que este alcançou idade mínima de quatro meses para ativar o processo de formação das flores (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010; RAMÍREZ et al., 2010b). Nessa fase de indução floral, a água não deve ser totalmente suspensa, uma vez que a planta deve continuar fotossintetizando e acumulando reservas (ALBUQUERQUE et al., 2002). Além disso, a suspensão total do fornecimento de água torna propícia a ocorrência de surtos vegetativos (MOUCO, 2004).

Um dos principais problemas enfrentados no manejo da cultura da mangueira é a alternância de produção, ou seja, a planta apresenta elevada produção em um ano, seguida de baixa produção no ano seguinte (DAVENPORT, 2007). Entretanto, o florescimento da mangueira acontece de modo desuniforme, podendo ocorrer em períodos diferentes na mesma planta. Esse florescimento desuniforme está relacionado a idade de cada grupo de ramos terminais, que muitas vezes se desenvolvem em diferentes épocas. Esse comportamento sugere que a indução e diferenciação floral da mangueira estejam intrinsecamente relacionadas à idade da gema apical, onde a resposta ocorre inicialmente nos

ramos terminais que amadurecem primeiro (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010; RAMÍREZ et al., 2010b).

2.1.5. Processo de indução floral no Vale do Submédio São Francisco

Nas condições semiáridas do Vale do Submédio São Francisco, o início do florescimento é alcançado através do uso de reguladores vegetais, manejos de poda, adubação equilibrada e irrigação com déficit. Além disso, também são realizadas práticas envolvendo maturação de ramos e quebra de dormência das gemas. Para maturação dos ramos são utilizados produtos como o sulfato de potássio e o etefon e para quebra de dormência, aplicam-se nitratos de cálcio e potássio (SOUZA, 2015).

Geralmente, são realizadas de duas a três pulverizações com sulfato de potássio a 3%, em intervalos de sete dias após a maturação dos ramos (em torno de sessenta dias após aplicação do Paclobutrazol (PBZ)) (OLIVEIRA, 2015).

Os reguladores do crescimento e desenvolvimento vegetal são substâncias químicas que vêm sendo utilizadas para manipular o crescimento vegetativo de algumas espécies, sendo a busca por manter capacidade produtiva da cultura, que é o principal obstáculo enfrentado. O manejo do crescimento vegetativo é extremamente relevante na produção de frutíferas, pois impedindo a brotação excessiva, é possível induzir à floração e frutificação precoce em plantas jovens. O regulador vegetal restringe o crescimento vegetativo e promove a floração em muitas espécies frutíferas, incluindo a mangueira (RADEMACHER, 2004; UPRETI et al., 2013).

O principal regulador vegetal utilizado na região é o PBZ, que age inibindo a síntese de giberelinas, promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação. Com o seu uso, pode haver um aumento de 25 para 75% na porcentagem de floração na mangueira, e o número de flores por planta pode ter um incremento de 2 a 7 vezes maior (HUSEN et al., 2012). Geralmente, o PBZ é aplicado via solo junto ao colo da planta ou na projeção da copa. A aplicação é realizada após a poda pós-colheita e em seguida, ocorre o início da irrigação com déficit hídrico, cerca de 60 dias após aplicação do PBZ (MOUCO, 2004; UPRETI et al., 2013).

Normalmente, o déficit hídrico permite o efeito desejado entre 30 e 70 dias.

A irrigação deve ser reiniciada gradualmente até atingir seu ponto máximo para aquele período do ano, quando sintomas de brotação floral forem observados em 60% das plantas (MOUCO, 2004).

2.1.7. Irrigação, Eficiência do Uso da Água e Deficit Hídrico

A restrição da disponibilidade hídrica é um fator limitante para a produtividade das culturas em regiões áridas e semiáridas (AL-HARBI et al., 2018). Reconhecendo essa limitação, o manejo da irrigação é essencial para o sucesso no cultivo da mangueira no semiárido. Nestas condições, além da duração, a quantidade de água utilizada é um fator crucial para que seja possível maximizar a produtividade da cultura e a eficiência do uso da água (EUA) (SOUSA et al., 2000; SILVA et al., 2009; WANG, 2017).

A EUA relaciona a produção de biomassa ou produção comercial pela quantidade de água aplicada ou evapotranspirada. Considerando-se que a eficiência média do uso do sistema de irrigação, em âmbito nacional, está estimada em 60%, promover melhorias na EUA, é uma alternativa para minimizar as perdas de água na mangicultura (COELHO et al., 2005).

Para construção e operação de sistemas de irrigação eficientes e economicamente viáveis, são necessárias informações detalhadas do consumo de água pelas culturas. Um dos procedimentos utilizados na metodologia recomendada pela FAO para a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c), envolve a determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) e o uso de coeficientes de cultura (K_c) apropriados (ANAPALLI et al., 2016; WANG et al., 2018).

O K_c varia com as características específicas de cada cultura, com o estágio de desenvolvimento do ciclo fenológico, com a época e densidade de plantio, com a duração da estação de crescimento, com as condições de umidade do solo e com o clima (ANAPALLI et al., 2016; WANG et al., 2018). No entanto, para as novas cultivares de mangueira introduzidas no Vale do Submédio São Francisco existem poucas informações concretas para facilitar o manejo da irrigação, principalmente quando se deseja reduzir a quantidade de água a ser aplicada.

No cultivo da mangueira, é empregada a irrigação com deficit, que é uma

técnica que consiste em suprir parcialmente a demanda hídrica da cultura, em estágios de desenvolvimento cujo crescimento tem baixa sensibilidade ao mesmo (SAMPALHO et al., 2010). Esse estresse visa aumentar a EUA da cultura, pois quando a disponibilidade hídrica é um fator limitante, a irrigação deficitária é uma alternativa que pode permitir maior retorno econômico, ambiental e fisiológico. Estudos realizados anteriormente, mostram que além de economizar água, o deficit hídrico pode manter ou até mesmo aumentar o rendimento das culturas, assim como, melhorar a qualidade dos frutos (LIU et al., 2016).

A irrigação com deficit também é empregada como parte do manejo realizado para indução floral da cultura, no Vale do Submédio São Francisco.

3. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.S.; MEDINA, V.D; MOUCO, M.A.D; GENU, P.J.C; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. Embrapa (informações tecnológicas). Brasília. p. 259-276. 2002.

AL-HARBI, A.; M.AL-OMKAN, A.; ALHARBI, K. Grafting improves cucumber water stress tolerance in Saudi Arabia. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [S.L], v. 25, p. 298304, fev. 2018.

ALMEIDA, E.I.B. et al. Ecofisiologia de mangueiras "Tommy Atkins" submetidas a diferentes regimes hídricos e disponibilidade de luz. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 9, n. 3, p. 251-260, 2015.

ANAPALLI, S.S. et al. Simulation of crop evapotranspiration and crop coefficients with data in weighing lysimeters. **Agricultural Water Management**, [S.L], v. 177, p. 274-283, nov. 2016.

ARAUJO, J.L.P. 2004. **Cultivo da mangueira: Mercado e comercialização da manga**. Embrapa Semiárido, Sistemas de Produção, 2 Versão Eletrônica: 09 Maio de 2019.

BOMPARD J.M. The genus *Mangifera* rediscovered: the potential contribution of wild species to mango cultivation. **Acta Horticulturae**, v.341, p.69-71, 1993.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; OLIVEIRA, S.L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Socioeconomia, **Bahia Agríc.**, v.7, n.1, set. 2005.

COTRIM, C.E. et al. Irrigação com deficit controlado e produtividade de mangueira 'tommy atkins' sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 8, p. 2229-2238, 2017.

CUNHA, G.A.P.; PINTO, A.C.Q.; FERREIRA, F.R. Origem, dispersão, taxonomia

e botânica. In: GENÚ, P. J. C. & PINTO, A.C.Q. **A Cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2002. p. 31-36.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>> Acesso em: Dez. 2017.

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.

HUSEN, S. et al. Induction of Flowering and Yield of Mango Hybrids Using Paclobutrazol. **Journal of Agriculture and Food Technology**, vol. 2, n.9, 153-158, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Censo Agropecuario. **Banco de dados agregados**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>> Acesso em: Dez. 2017.

JAHURUL, M. et al. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products, and their valuable components: A review. **Food Chemistry**, [S.L], v. 183, p. 173-180, set. 2015.

KIST, B.B. et al. Anuario Brasileiro da Fruticultura 2018. **Santa Cruz do Sul: Gazeta**, 2018.

LIU. X. et al. Effects of deficit irrigation on yield and nutritional quality of Arabica coffee (*Coffea arabica*) under different N rates in dry and hot region of southwest China. **Agricultural Water Management**, [S.L], v. 172, p. 1-8, Jul. 2016.

MANCIN, C.A.; MELO, B.; SOUZA, O.P. **Cultura da mangueira**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/manga.html>>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

MENZEL, Christopher M.; LAGADEC, M.D. Le. Can the productivity of mango orchards be increased by using high-density plantings?. **Scientia Horticulturae**, [S.L], v. 219, p. 222-263, 2017.

MOUCO, M.A.C.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira 'tommy atkins'. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 273-279, 2010.

MOUCO, M.A.C.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueira cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.33, n.04, p.1043-1047, 2011.

MOUCO, M.A.C.; SILVA, D. J.; PRADO, R. M. Mango cultivation in Brazil. In: VALAVI, S.G.; RAJMOHAN, K.; GOLVI, J.N.; PETER, K.V.; THOTTAPPILLY, G. **Mango: cultivation in different countries**. Houston: Studium Press LLC, 2012. v. 2, chap. 22, p. 331-345.

MOUCO, M.A.C. **Indução floral da manqueira**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2004. 9 p.

MOUCO, M.A.C. **Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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

OLIVEIRA, G.P. Indução floral da mangueira 'UBÁ' na Zona da Mata de Minas Gerais. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2015.

ORDÓÑEZ, R.E.M. **Uso de ethephon em baixas concentrações na indução floral de mangueira (*Mangifera indica* L.) CV. Tommy Atkins**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro – Ba, 2011.

PINTO, A.C.D.Q. et al. **Manga: Produção: aspectos técnicos**. 1 ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 63 p.

PINTO, A.C.Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 3, p. 597, 2002.

PINTO, C.A.Q.; SILVA, D.J.; PINTO, P.A.C. Mangueira. In. CRISOSTOMO, L.A.; NAUMOV, A. (Org) **Adubando para alta produtividade e qualidade: Fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, p. 125-145, 2009.

RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.653, p.29-32, 2004.

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

RAMÍREZ, F. et al. The Number of Leaves Required for Floral Induction and Translocation of the Florigenic Promoter in Mango (*Mangifera indica* L.) in a Tropical Climate. **Scientia Horticulturae**, vol. 123, 443–453, 2010a.

RAMÍREZ, F. et al. The Stem Age Required for Floral Induction of Synchronized Mango Trees in the Tropics. **Hortscience**, vol. 45, n.10, 1453–1458, 2010b.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) pollination: A review. **Scientia Horticulturae**, [S.L], v. 203, p. 158-168, 2016.

SAMPAIO, A.H.R. et al. Deficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima acida. **Pesquisa agropecuaria brasileira**, Brasília, v. 45, n. 10, p. 1141-1148, out. 2010.

SANTOS, M.R. dos et al. 'Tommy atkins' mango yield and photosynthesis under water deficit in semiarid region of Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 899-907, 2014.

SANTOS, M.R. dos et al. Irrigation strategies with water deficit in 'Tommy Atkins' mango tree. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 6, p. 1096-1109, 2016.

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

SOUZA, V.F.D. et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 2, p. 183-188, Jun. 2000.

SOUZA, M.A. **Caracterização fisiológica e produção da mangueira em função da aplicação de paclobutrazol via sistema de irrigação**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA. 2015. 63p. 2015.

SWAMY, J.S. Flowering Manipulation in Mango: a Science Comes of Age. **Journal of Today's Biological Sciences: Research & Review**, vol.1, p. 122-137, 2012.

UPRETI, K.K. et al. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. "Totapuri". **Scientia Horticulturae**, vol. 150, 414-418, 2013.

VALEXPORI, Associação dos Exportadores de Hortifrutigranjeiros e Derivados do

Vale do São Francisco. **Exportação da Fruticultura do Vale**. Relatório Interno. Petrolina, 2016.

WANG, D. Water use efficiency, and optimal supplemental irrigation in a high yield wheat field. **Field Crops Research**, [S.L], v. 213, p. 213-220, nov. 2017.

WANG, J. et al. Evapotranspiration, crop coefficient and yield for drip-irrigated winter wheat with straw mulching in North China Plain. **Field Crops Research**, [S.L], v. 217, p. 218-228, mar. 2018.

4. ARTIGO

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA CV. KENT EM REGIÃO SEMIÁRIDA

RESUMO

Estudos relacionados à quantidade de água a ser aplicada durante o déficit hídrico para indução floral da mangueira ainda são escassos, por este motivo, é recorrente a dúvida sobre qual lâmina deve ser aplicada ao solo. Assim, objetivou-se avaliar a efetividade de diferentes níveis de déficit hídrico na indução floral de mangueiras 'Kent' na região do Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi conduzido na Fazenda Special Fruit, em Petrolina – PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, utilizando cinco lâminas de irrigação de 24; 36; 48; 60 e 100% da Evapotranspiração da cultura (ETc), durante dois ciclos de cultivo (2017 e 2018), utilizando quatro repetições. Foram analisadas as trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática, transpiração, temperatura foliar, concentração interna de carbono, relação Ci/Ca e eficiência instantânea de uso da água); características bioquímicas das folhas (açúcares, aminoácidos e proteínas) e de floração e frutificação (número de panículas, número de frutos por panícula e por planta, peso médio do fruto, produção e produtividade); Eficiência do Uso da Água (EUA) e as características pós-colheita dos frutos. O aumento do déficit hídrico durante a indução floral de mangueiras 'Kent' promoveu aumento no número de panículas por planta. O déficit hídrico de 60% da ETc favoreceu o aumento do peso médio, produtividade e EUA da cultura. Este déficit hídrico pode ser utilizado no cultivo da mangueira 'Kent' para as condições estudadas, por favorecer o aumento da produtividade e melhorar a EUA.

Termos para indexação: déficit hídrico, floração, *Mangifera indica* L, produtividade, fotossíntese.

MANAGEMENT OF IRRIGATION IN THE FLORAL INDUCTION OF CV. KENT

HOSE IN SEMIARID REGION

ABSTRACT

Studies related to the amount of water to be applied during the water deficit for floral hose induction are still scarce, therefore, the question about which blade should be applied to the soil is recurrent. Thus, the objective of this study was to evaluate the effectiveness of different levels of water deficit in the floral induction of 'Kent' hoses in the Vale do Submdio São Francisco region. The experiment was conducted at Special Fruit Farm in Petrolina - PE. The experimental design was in randomized blocks with split plots, using five irrigation depths of 24; 36; 48; 60 and 100% of crop evapotranspiration (ETc) during two cultivation cycles (2017 and 2018) using four replications. Gas exchange (photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, leaf

temperature, internal carbon concentration, C_i / C_a ratio and instantaneous water use efficiency) were analyzed; biochemical characteristics of leaves (sugars, amino acids and proteins) and flowering and fruiting (number of panicles, number of fruits per panicle and per plant, average fruit weight, yield and productivity); Water Use Efficiency (WUE) and postharvest characteristics of fruits. Increased water deficit during flower induction of 'Kent' hoses promoted an increase in the number of panicles per plant. The 60% water deficit of ETc favored the increase of the average weight, yield, and WUE of the crop. This water deficit can be used in the cultivation of the 'Kent' hose under the conditions studied, as it increases productivity and improves the WUE.

Index terms: water deficit, flowering, *Mangifera indica* L., productivity, photosynthesis.

INTRODUÇÃO

Devido principalmente às condições climáticas, que favorecem o alcance de alta produtividade e qualidade dos frutos de manga, o Vale do Submédio São Francisco é considerado a região de maior produção e exportação dessa fruta no país (KIST et al., 2018; SANTOS et al., 2014). No entanto, a região apresenta escassez e má distribuição das chuvas, sendo necessário o uso de irrigação complementar (COTRIM et al., 2017).

Ao longo dos anos, verifica-se o declínio da disponibilidade hídrica, bem como o crescimento entre os setores que dependem dos recursos hídricos, elevando assim, a importância de se realizar o manejo adequado da irrigação, visando potencializar o rendimento e o uso da água aplicada, assegurando a sustentabilidade do cultivo de diversas espécies frutíferas (PLEGUEZUELO et al., 2018; COTRIM et al., 2017; SANTOS et al., 2014; COTRIM et al., 2011).

Na mangicultura, a irregularidade e a época de produção dos frutos estão entre os maiores obstáculos enfrentados quanto à uniformização e regularidade da colheita. Considerando a elevada concentração da produção entre o final e início do ano, é imprescindível controlar a época de floração, de forma a obter períodos de produção em épocas de maior viabilidade econômica, tanto da perspectiva comercial, como da fitossanitária (MANCIN et al. 2014; MOUCO, 2012).

No Vale do Submédio São Francisco, estratégias de irrigação com déficit hídrico aliada

a podas e ao uso de reguladores crescimento e desenvolvimento vegetal têm sido utilizadas para induzir a floração da mangueira (MOUCO et al., 2010). Quando submetidas a restrição hídrica, as plantas apresentam alterações no metabolismo fisiológico, que levam a reduções na fotossíntese, transpiração foliar, condutância estomática e concentração de carbono interno (RIBEIRO et al. 2013).

Entretanto, a redução na quantidade de água aplicada na irrigação deve ser realizada de maneira que não comprometa significativamente esses processos fisiológicos, evitando que a produtividade da cultura seja afetada negativamente. Quando devidamente aplicado, o déficit hídrico pode elevar a eficiência de uso da água pela cultura, sem causar efeitos negativos na qualidade e no rendimento dos frutos. Porém, essa aplicação não tem sido realizada com embasamento técnico, sendo recorrente a dúvida sobre a quantidade de água aplicada ao solo durante a fase de indução floral.

Algumas pesquisas vêm sendo realizadas e têm mostrado resultados positivos quanto à redução da água aplicada na irrigação em determinada fase de desenvolvimento em diversas cultivares de mangueira (KHALIFA, 2018; FARIA et al., 2016; SANTOS et al., 2016; COTRIM et al., 2011). Entretanto, estudos relacionados à quantidade de água a ser aplicada no déficit hídrico para sua indução floral ainda são escassos, o que por vezes ocasiona diversos problemas, como distúrbios fisiológicos e ausência de diferenciação dos brotos florais (FARIA et al., 2016; MOUCO et al., 2012).

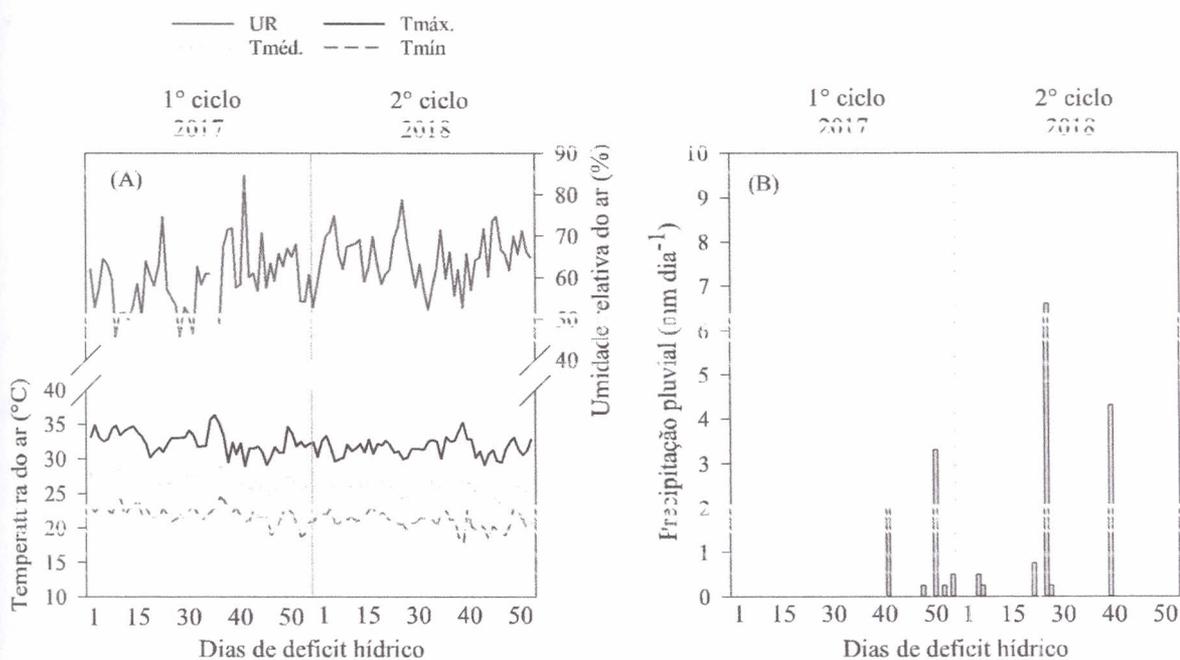
Diante do exposto, objetivou-se avaliar diferentes níveis de déficit hídrico na indução floral da mangueira 'Kent' no Vale do Submédio São Francisco, bem como seus efeitos nas trocas gasosas, características bioquímicas foliares, características produtivas e de pós-colheita da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do campo experimental e condições de cultivo

O experimento foi conduzido em um pomar comercial da Fazenda Special Fruit, localizada no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina – PE (9°19' S; 40°40' O e 373 m). As características climáticas locais são determinadas pela precipitação média anual de 500 mm ano⁻¹, concentradas entre os meses de novembro a abril, temperatura média do ar de 26,5 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 66%. Na Figura 1 encontram-se os dados climáticos registrados durante o período experimental para ambos os ciclos.

Figura 1. Médias diárias de precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperaturas máxima, média e mínima, durante a indução floral (abril a junho) em dois ciclos produtivos de mangaieira cv Kent, no município de Petrolina – PE



O clima é do tipo BSw_h, de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental é de textura franco arenosa e suas características físico-químicas são descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características química e física do solo da área experimental, localizada na Fazenda Special Fruit, em Petrolina-PE

Camada cm	CE _{ec} mS cm ⁻¹	pH	P mg dm ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	V
		-		-----			cmol _c dm ⁻³	-----			
0-20	0,46	4	41,76	0,4	0,13	3,7	0,9	0,05	0,5	5,6	91,5
20-40	0,23	5	40,53	0,4	0,11	2,2	1,1	0,1	1,4	5,2	72,4
	Ds	Dp	Porosidade total	Areia		Silte		Argila			
	kg dm ⁻³		%	-----		g kg ⁻¹		-----			
0-20	1,38	2,55	45,8	713,2		178,2		108,6			
20-40	1,4	2,55	45,07	595,4		201,5		203,1			

CE_{ec}: condutividade elétrica do extrato de saturação; P: fósforo disponível extraído por Mehlich⁻¹; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: Magnésio trocável; Na⁺: sódio trocável; K⁺: potássio trocável; Al³⁺: acidez trocável (extração de cátions em KCl); H+Al: acidez potencial; CTC: capacidade de troca de cátions potencial; V: saturação por bases; Ds: Densidade do Solo; Dp: Densidade de partículas.

4.2 Material vegetal, delineamento experimental e tratamentos

Foi avaliada a mangueira (*Mangifera indica* L.) cultivar Kent, com aproximadamente seis anos de idade. Os estudos foram realizados durante os períodos de indução floral em dois ciclos de cultivo (2017 e 2018) da cultura. No primeiro ciclo, os tratamentos foram aplicados no período de 17 de abril a 07 de junho de 2017 e no segundo ciclo, de 19 de abril a 07 de junho de 2018, totalizando 52 e 50 dias de deficits, respectivamente. Para definir o momento de finalizar a aplicação das lâminas deficitárias e voltar com a irrigação plena, foi considerado o índice de floração da área, no mínimo 50% dos ramos com inflorescência (MOUCO et al., 2011).

As plantas estavam dispostas em campo no espaçamento 6,0 x 2,0 m, resultando em uma densidade populacional de 833 plantas ha⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas por cinco lâminas de irrigação (24; 36; 48; 60 e 100% da Evapotranspiração da cultura – ETC) e as subparcelas por dois ciclos produtivos (2017 e 2018), com quatro repetições. As parcelas eram compostas por quatro plantas, sendo considerada úteis, as duas centrais.

Para aplicação das lâminas de irrigação, foi calculada diariamente a Evapotranspiração de referência (ET_o) utilizando o método de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO (PM –

FAO56) (ALLEN et al., 1998). Os dados meteorológicos necessários para o cálculo da ETo foram obtidos em uma estação meteorológica localizada próxima ao campo experimental. Posteriormente, a ETc foi obtida por meio do produto da ETo e o coeficiente de cultura (Kc). O Kc utilizado para o período estudado foi igual a 1, conforme determinado por Teixeira et al. (2008) para 'Tommy Atkins' com 18 anos.

A irrigação foi realizada por meio de sistema de gotejamento, com duas linhas de gotejo por fileira de plantas e emissores espaçados em 0,30 m, com vazão de 1,5 L h⁻¹ e turno de rega diário, exceto as quartas-feiras (dia do rio – não havia irrigação).

Os tratos culturais foram os mesmos utilizados nas demais áreas de produção da fazenda. Para o primeiro ciclo, realizou-se poda pós-colheita em 15 de dezembro de 2016, com aplicação via solo do regulador vegetal Paclobutrazol (PBZ) (15 L ha⁻¹) em 20 de janeiro de 2017 e pulverizações com sulfato de potássio e nitratos de cálcio e de potássio, iniciadas três meses após a aplicação do PBZ. Para o segundo ciclo, a poda pós-colheita foi realizada em 20 de dezembro de 2017, com a aplicação do PBZ (15 L ha⁻¹) em 30 de janeiro de 2018 e as pulverizações foram as mesmas do ciclo anterior.

4.3 Variáveis fisiológicas

Para avaliar as respostas fisiológicas das plantas em relação a atividade fotossintética, foram selecionadas duas folhas completamente expandidas e maduras, expostas ao sol, localizadas no terço médio das plantas. As trocas gasosas foram mensuradas através do analisador portátil de trocas gasosas (IRGA – Modelo Li 6400 Licor®), com leituras realizadas entre às 9 e 11h da manhã, 25 dias após a aplicação dos tratamentos. Foram avaliadas as variáveis Fotossíntese (A), Condutância Estomatosa (g_s), Transpiração (E), Temperatura Foliar (T_f), Concentração Interna de Carbono (C_i), Relação CO₂ Intercelular e Ambiente (C_i/C_a) e Eficiência Instantânea de Uso da Água (A/E).

4.4 Variáveis bioquímicas

Para a caracterização bioquímica, foram coletadas folhas totalmente expandidas e saudáveis, expostas ao sol e sem sinais de senescência, 30 dias após o início dos tratamentos. As folhas foram enroladas em papel alumínio, mergulhadas em nitrogênio líquido (-180°C), acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e conservadas em gelo. Em seguida, foram levadas para o laboratório, colocadas em sacos de papel e acomodadas em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 60 °C até atingirem peso seco constante. Posteriormente, foram maceradas com solução tampão fosfato (pH 7,0) e centrifugadas para obtenção do extrato, a partir de 0,3 g da amostra. Após esse procedimento, o sobrenadante foi coletado para a realização das análises. Foram determinados os teores de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ARN), aminoácidos totais (AM) e proteínas solúveis totais (PST) (COELHO et al., 2018).

A quantificação dos teores de AST, foi realizada por espectrofotometria no comprimento de onda de 620 nm, utilizando curva padrão de glicose, conforme metodologia descrita por Morris (1948) e Yemm e Willis (1954). Para quantificar os AR, foi utilizada espectrofotometria no comprimento de onda de 540 nm, através de curva padrão de glicose e pelo método do ácido 3-5-dinitrossalicílico (DNS), proposto por Miller (1959). O teor de PST foi determinado de acordo com o método proposto por Bradford (1976), utilizando a albumina como curva padrão e a espectrofotometria no comprimento de onda de 595 nm.

O teor de AM foi determinado por meio de ensaios com o reagente ninhidrina, conforme metodologia descrita por Cocking e Yemm (1954). As leituras das absorbâncias foram realizadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 570 nm.

4.5 Número de panículas, produção e produtividade

Aos 28 dias após o término da aplicação dos tratamentos, as panículas foram

contabilizadas em cada parcela útil, determinando-se a média de panículas por planta. Após o crescimento dos frutos (116 dias após o período de indução floral), os mesmos foram contabilizados e, assim, determinada a média de frutos por panícula.

Na ocasião da colheita, para cada tratamento foi obtido o peso médio dos frutos e a produtividade ($t\ ha^{-1}$), estimada a partir da seguinte equação:

$$P = \frac{PM * NF * NP}{1000}$$

Em que:

P – produtividade, $t\ ha^{-1}$;

PM – peso médio do fruto, kg;

NF – média de frutos por planta;

NP – número de plantas, ha^{-1} .

4.5 Eficiência de uso da água

A eficiência de uso da água (EUA) foi calculada de acordo com a equação:

$$EUA = \frac{P}{LBA}$$

Em que:

EUA – eficiência de uso da água, $kg\ ha^{-1}\ mm^{-1}$;

P – produtividade total, $kg\ ha^{-1}$;

LBA – lâmina bruta aplicada (irrigação + precipitação), mm^{-1} .

4.1 Características pós-colheita

As análises de pós-colheita foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, determinando as seguintes variáveis: firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), coloração da casca e pH. A firmeza da polpa foi mensurada

com o auxílio de um penetrômetro manual com ponteira de 11 mm de diâmetro.

Para determinação dos teores de SS, AT e pH, foram selecionados quatro frutos de cada parcela útil e posteriormente, foram descascados e despulpados. A polpa foi triturada e homogeneizada utilizando-se uma centrífuga doméstica para extração do suco. Em seguida, foi determinado o teor de SS (%BRIX) com o uso de um refratômetro digital (Atago – Pocket Refractometer PAL).

A AT, por sua vez, foi determinada por titulação volumétrica a partir do preparo de 1 g de suco diluído em 50 mL de água destilada, mais três gotas de indicador fenolftaleína 1%, procedeu-se com a agitação da solução e titulação de solução de hidróxido de sódio (NaOH). O volume titulado foi considerado quando se atingiu o ponto de viragem, aproximadamente pH = 8 (ADOLF LUTZ, 2008).

Para o pH, utilizou-se um phmetro de bancada (Marconi, MA 522). A cor da casca foi mensurada utilizando um aparelho colorímetro 400 (Konica Minolta, Brasil), com as escalas luminosidade (L), croma (C) e ângulo de cor (h).

4.8 *Análise Estatística*

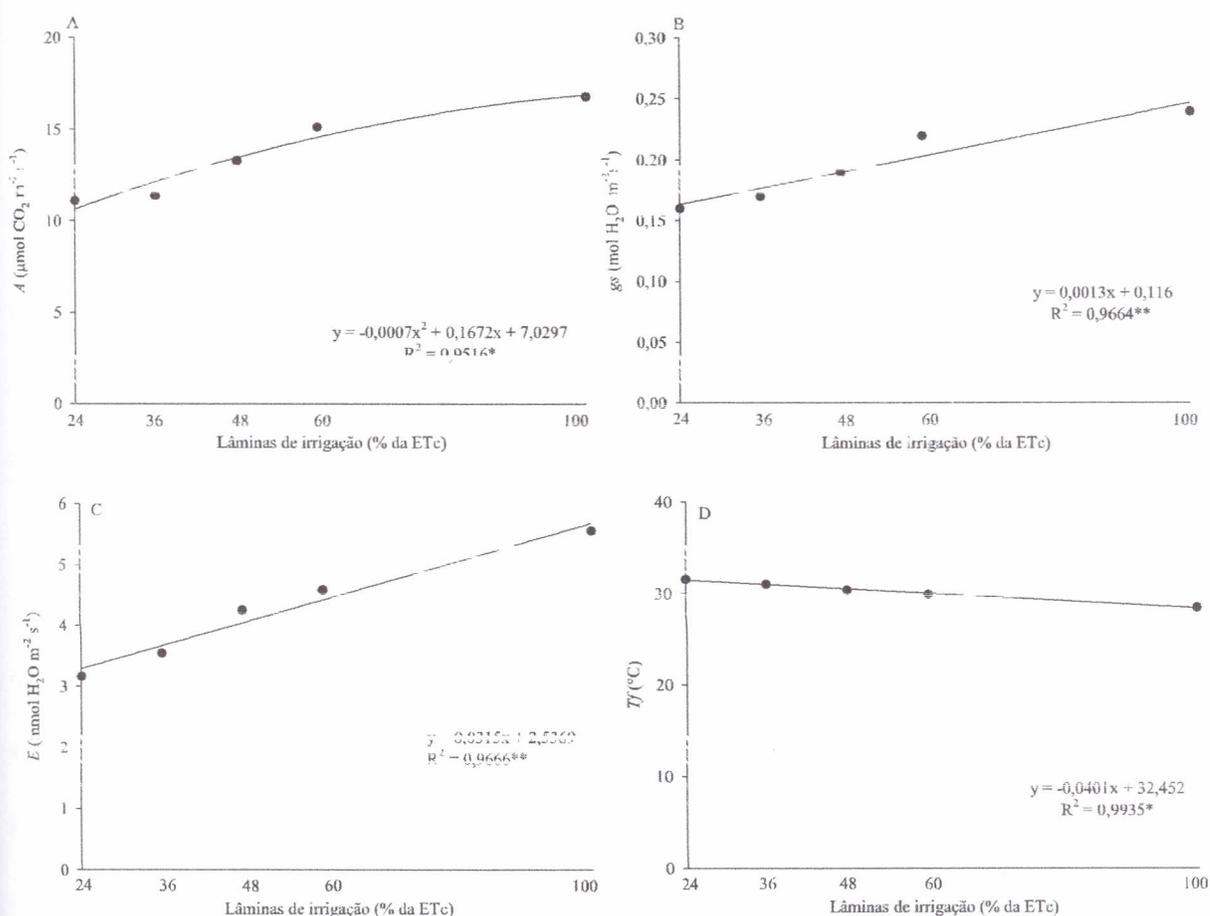
Os dados foram submetidos à análise de variância, estudando a interação entre os fatores quando significativos ($p < 0,05$). Realizou-se análise de regressão para efeito das lâminas de irrigação e teste de Tukey a 5% de probabilidade para efeito dos ciclos de produção. A partir dos modelos ajustados, foram estimadas as lâminas e o valor máximo para as variáveis analisadas que apresentaram ajuste polinomial.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa Sisvar - versão 5.6 (FERREIRA, 2011), e a confecção dos gráficos, no programa SigmaPlot 14.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às variáveis fisiológicas, houve efeito significativo apenas dos tratamentos ($p < 0,05$) sobre as variáveis fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e temperatura foliar (T_f) (Figura 2). Para as variáveis concentração interna de carbono (C_i), relação CO_2 intercelular e ambiente (C_i/C_a) e eficiência instantânea do uso da água (A/E), não houve efeito significativo para os fatores avaliados ($p > 0,05$). Para o primeiro e segundo ciclos, foram encontrados valores médios de 251,86 e 258,49 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a C_i ; 0,65 e 0,68 para a C_i/C_a e 3,02 e 3,57 $\mu\text{mol CO}_2 / \text{mmol H}_2\text{O}$ para a A/E , respectivamente.

Figura 2. Fotossíntese – A (A), Condutância Estomática – g_s (B), Transpiração foliar – E (C) e Temperatura foliar – T_f (D) durante a indução floral de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (** – $p < 0,01$, * – $p < 0,05$)



Para a A (Figura 2A), a regressão ajustada foi polinomial quadrática, a partir da qual foi

estimada a fotossíntese máxima de $17,01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, para a lâmina de 119,43% da ETC. A g_s (Figura 2B) e a E (Figura 2C) apresentaram ajustes lineares positivos, aumentando com o incremento da lâmina de irrigação aplicada. Pode-se observar que a A , g_s e E estão correlacionados e que a maior disponibilidade hídrica para a planta proporciona um aumento nos mesmos. Por outro lado, quando submetidas ao déficit hídrico, há um decréscimo das variáveis.

Em situação de déficit, o fechamento dos estômatos atua como agente regulador, impedindo a perda excessiva de água pela transpiração. Esse fechamento é causado pela diminuição da turgescência das células-guardas, ativado através de sinais emitidos pelas raízes em resposta a um déficit hídrico no solo, que sintetizam o ácido abscísico (ABA) e o transportam via xilema até a parte aérea. Como consequência, a g_s é igualmente reduzida, limitando a assimilação do CO_2 , que é considerado o principal fator redutor da fotossíntese, afetando o crescimento e a produtividade da cultura (PINHEIRO e CHAVES, 2011; CATUCHI et al., 2012; FAIZ & ZEIGER, 2017).

Faria et al. (2016) avaliaram estratégias de déficit hídrico na fase de indução floral de mangueiras 'Tommy Atkins' em região Semiárida e também observaram redução nas taxas de A e E a medida em que se reduziram as lâminas de irrigação, corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

A T_f (Figura 2D) também apresentou ajuste linear, decrescendo em função do aumento da disponibilidade hídrica, sendo este, um parâmetro importante a ser considerado na definição do nível de estresse hídrico sofrido pela planta, pois apresenta relação direta com o fechamento estomático. É através da E que ocorre a dissipação do calor da folha, reduzindo assim a sua temperatura.

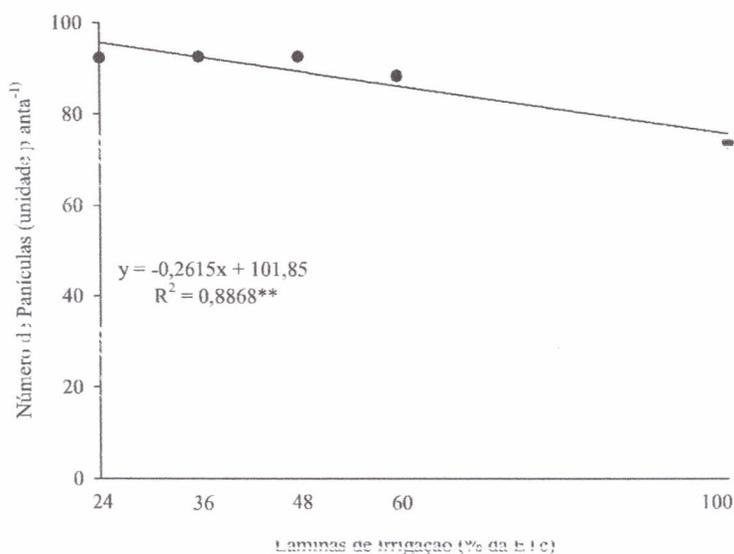
Segundo Vieira Junior et al. (2007) e Silva et al. (2015), quando exposta a baixos regimes hídricos, a planta reduz a abertura estomática buscando manter o nível hídrico

adequado no seu interior, diminuindo a E e elevando a T_f . Esse aumento pode ter efeitos negativos na capacidade fotossintética da planta, através de danos causados ao fotossistema II (GAO et al., 2019), bem como a redução da solubilidade do CO_2 .

Também não houve influência significativa das lâminas e ciclos de cultivo avaliados ($p > 0,05$) sobre as características bioquímicas analisadas (açúcares solúveis totais - AST; açúcares redutores - AR) e não redutores - ANR, aminoácidos totais - AM e proteínas solúveis totais - PST). As médias encontradas para estas variáveis foram de 72,24 e 65,87 mg g^{-1} de AST; 0,86 e 0,84 mg g^{-1} de AR; 71,78 e 65,03 mg g^{-1} de ANR; 3,39 e 3,37 mg g^{-1} de AT e 1,17 e 1,07 mg g^{-1} de PST, para o primeiro e segundo ciclo, respectivamente. Esse resultado pode estar relacionado ao alto grau de resistência ao déficit hídrico que a cultura apresenta, podendo também o tempo de exposição ao estresse não ter sido suficiente para que a planta apresentasse modificações nas características bioquímicas avaliadas.

Para o número de panículas (Figura 3) por planta, houve efeito significativo apenas das lâminas de irrigação. Observa-se que a equação ajustada foi linear, com o número de panículas decrescendo a medida em que se aumentaram as lâminas de irrigação.

Figura 3. Número de panículas por planta de mangueira cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (** – $p < 0,01$)



Vários autores evidenciaram os benefícios da aplicação do déficit hídrico na fase de

floração da mangueira (FARIA et al., 2016; SANTOS et al., 2016; COTRIM et al., 2017). Os resultados encontrados neste trabalho, mostram que a elevada resistência da cultura ao déficit, favorece não somente a economia de água, mas o aumento no número de panículas.

Para as variáveis número de frutos por panícula e número de frutos por planta (Tabela 2), observou-se efeito isolado dos ciclos estudados ($p < 0,05$). Para o número de frutos por planta, o segundo ciclo apresentou aumento em torno de 36%, quando comparado ao ciclo anterior. Os resultados encontrados no segundo ciclo, podem ser explicados pelo maior número de panículas obtido no mesmo. Corroborando com esse estudo, Faria et al. (2016) ao avaliarem diferentes níveis de déficit hídrico para indução floral de mangueiras cv. Tommy Atkins nos anos 2012 e 2013, também observaram efeito isolado dos ciclos ($p < 0,05$) sobre o número de frutos por planta.

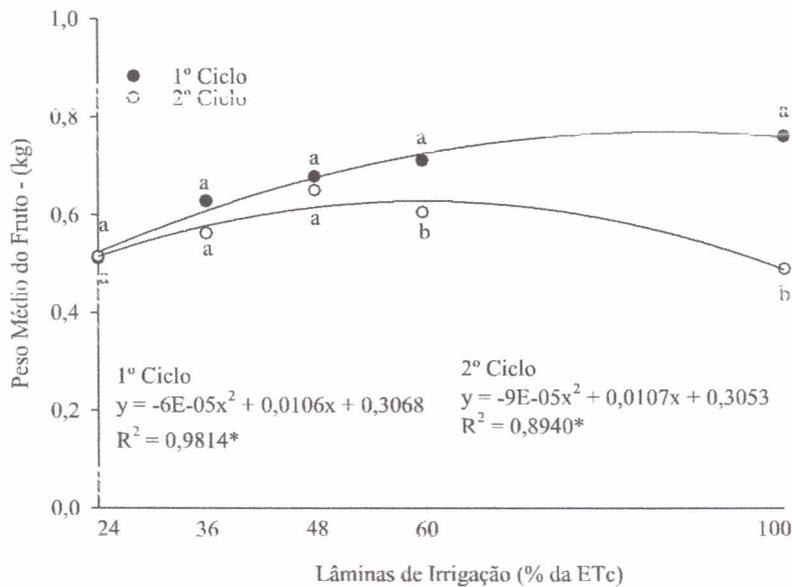
Tabela 2. Número de frutos por panícula e número de frutos por planta de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE

Ciclo	Frutos por panícula	Frutos por planta
2017	0,61 b	51,8 b
2018	0,86 a	70,4 a
CV (%)	23,93	13,76

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O peso médio do fruto (Figura 4) apresentou interação significativa entre as lâminas de irrigação e os ciclos de cultivo. Ambos os ciclos apresentaram ajuste polinomial quadrático, com valor médio máximo de 0,770 kg, estimado para a lâmina de 88,33% da ETc e 0,620 kg, estimado para a lâmina de 59,45% da ETc, para o primeiro e segundo ciclos, respectivamente.

Figura 4. Peso médio do fruto de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (* – $p < 0,05$)



Peso médio dos frutos entre os ciclos, para mesma lâmina de irrigação, com a mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

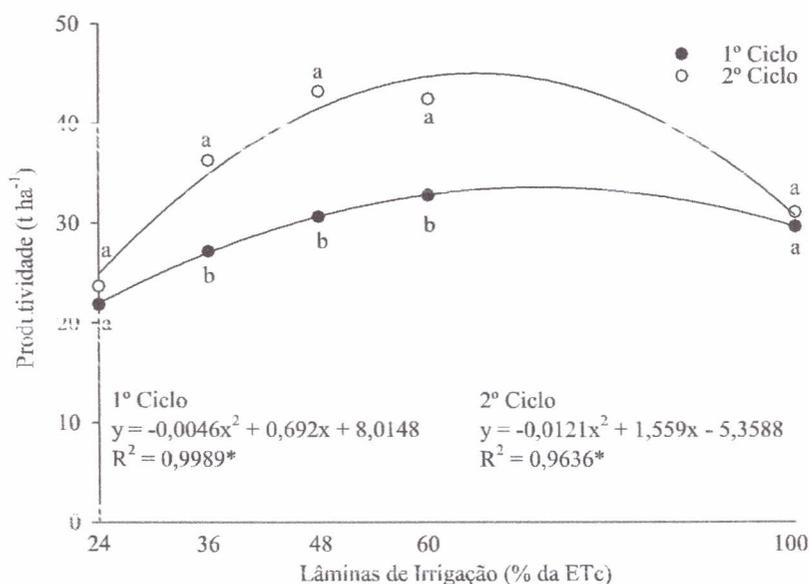
Pode-se observar na Figura 4 que o primeiro ciclo apresentou os maiores valores de peso médio, diferindo estatisticamente do segundo ciclo apenas nas lâminas equivalentes a 60 e 100% da ETc. O resultado encontrado no primeiro ciclo de cultivo, pode ser explicado pelo menor número de frutos produzidos (Tabela 2), fazendo com que os mesmos recebessem uma maior quantidade de fotoassimilados, favorecendo o crescimento dos mesmos (COSTA et al., 2004). Para todos os tratamentos, os valores de peso médio estão dentro dos padrões exigidos pelos países que importam a fruta. Apesar de preferirem frutas com pesos entre 0,250 e 0,650 kg (ARAÚJO, 2004), os Estados Unidos, país responsável por adquirir cerca de 21% do total exportado, desde 2015 passou a importar frutas de até 0,9 kg (VALEXPORT, 2016).

A produtividade (Figura 5) apresentou interação significativa entre os tratamentos e os ciclos de cultivo. Observou-se ajuste polinomial para ambos os ciclos, onde para o primeiro ciclo, estimou-se uma produtividade máxima de $34,04 \text{ t ha}^{-1}$ para a lâmina de 75,22% da ETc e de $44,86 \text{ t ha}^{-1}$ para a lâmina de 64,42% da ETc para o segundo ciclo de cultivo. Observa-se na Figura 5 que houve diferenças significativas nos tratamentos correspondentes a 36, 48 e 60% da ETc. Apesar dos menores valores apresentados com relação ao peso médio do fruto (Figura

4), o maior número de frutos por planta registrado para o segundo ciclo (Tabela 2) contribuiu para o aumento da produtividade.

O aumento da produtividade no segundo ciclo pode ser explicado pela alternância de produção que a *M. indica* apresenta, devido à variação nos teores de reservas de nutrientes, ocasionando baixa produtividade em um ano e alta produtividade no próximo ano de cultivo (SIMÃO et al., 1997; DAVENPORT, 2007).

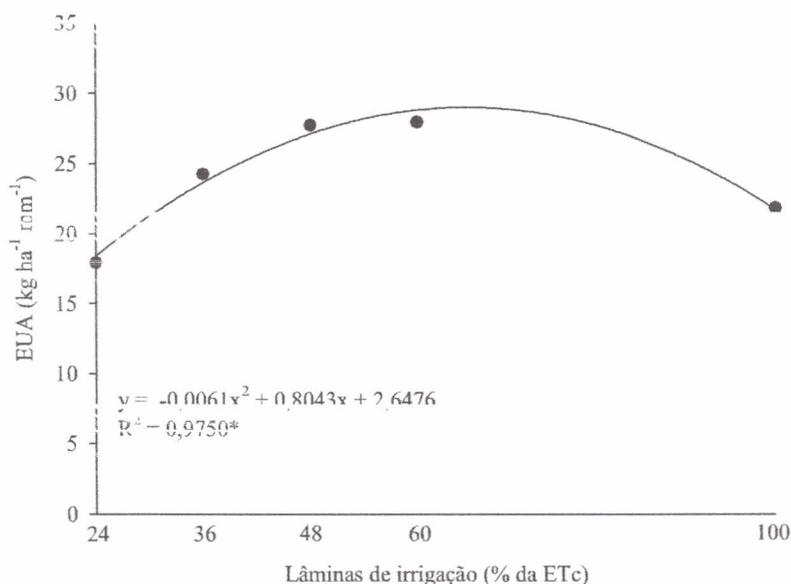
Figura 5. Produtividade de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (* – $p < 0,05$)



Produtividade da mangueira entre os ciclos, para mesma lâmina de irrigação, com a mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A eficiência de uso da água (EUA) (Figura 6), que correlaciona a produtividade da cultura e o volume de água aplicado durante o ciclo produtivo, apresentou efeito isolado das lâminas de irrigação ($p < 0,05$). Observou-se ajuste polinomial quadrático, onde a lâmina estimada em 65,93% da ETc apresentou EUA máxima de 29,16 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Esse resultado mostra que a redução da irrigação nessa fase do cultivo, pode ser realizada e beneficiar o produtor, contribuindo para a economia de água e o aumento da produtividade da cultura.

Figura 6. Eficiência de uso da água de mangueiras cv. Kent, cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação durante dois ciclos de cultivo, no município de Petrolina – PE (* = $p < 0,05$)



Para ambos os ciclos estudados, não houve efeito significativo dos tratamentos ($p > 0,05$) para as características firmeza da polpa (FP), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), coloração da casca e pH. Esses resultados podem estar relacionados com o momento de aplicação do deficit, em que, após o período de indução floral, a irrigação plena voltou a ser fornecida e, com isso, as características pós-colheita não foram afetadas. Para o presente trabalho, as médias encontradas para o primeiro e segundo ciclo foram 41,62 e 34,37 N para a firmeza da polpa; 7,5 e 8 °Brix para os SS; 3,2 e 4,5% para AT; 59,3 e 51,7 para a luminosidade, 28,5 e 27,3 para a cromaticidade e 113,2 e 115,1 para o ângulo de cor e 3,6 e 3,9 para o pH, respectivamente.

CONCLUSOES

O deficit hídrico induz a produção de flores em mangueiras cv. Kent e contribui com o aumento da produtividade da cultura;

O deficit hídrico baseado em 60% da ETC, pode ser utilizado no cultivo da mangueira 'Kent' para as condições estudadas, por favorecer o aumento da produtividade e melhorar a EUA.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.A.S.; MEDINA, V.D.; MOUCO, M.A.D.; GENU, P.J.C; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. Embrapa (informações tecnológicas). Brasília. p. 259-276. 2002.
- ALLEN, R.G., PEREIRO, L. S., RAES, D. AND SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper**, 56, 1998.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map of Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Germany, V. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, I.L.P. 2004. **Cultivo da mangueira: Mercado e comercialização da manga**. Embrapa Semiárido, Sistemas de Produção, 2 Versão Eletrônica: 09 Maio de 2019.
- CATUCHI, T.A. et al. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p.519-527, 2012.
- COLLHO, D. S. et al. Gas exchange and organic solutes in forage sorghum genotypes grown under different salinity levels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 4, p. 231-236, 2018.
- COSTA, C.C. et al. 2004. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, 34: 731-736 p.
- COTRIM, C.E. et al. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira 'tommy atkins' sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 8, p. 2229-2238, 2017.

COTRIM, C.E. et al. Regulated deficit irrigation and Tommy Atkins mango orchard productivity under microsprinkling in Brazilian semiarid. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p. 1052-1063, 2011.

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

FARIA, L.N. et al. The effects of irrigation management on floral induction of 'Tommy Atkins' mango in Bahia semiarid. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 387-398, 2016.

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

GAO, Y. et al. High temperature and high light intensity induced photoinhibition of bayberry (*Myrica rubra* Sieb. Et Zucc.) by disruption of D1 turnover in photosystem II. **Scientia Horticulturae**, v. 248, p. 132-137, 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Metodos fisico-quimicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KHALIFA, S.M. Effect of different irrigation regimes on yield and fruit quality of two mango cultivars. **Journal of Biological Chemistry & Environmental Sciences**, Cairo, v. 13, n. 3, p. 115-132, 2018.

KIST, B.B. et al. Anuário Brasileiro da Fruticultura 2018. Santa Cruz do Sul: **Gazeta**, 2018.

MANCIN, C.A.; MELO, B.; SOUZA, O.P. **Cultura da mangueira**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/manga.html>>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

MOUCO, M.A.C.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueiras cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1043-1047, 2011.

MOUCO, M.A.C., ONO, E.O., RODRIGUES, J.D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira 'tommy atkins'. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 273-279, 2010.

MOUCO, M.A.C.; SILVA, D.J.; PRADO, R.M. Mango cultivation in Brazil. In: VALAVI, S.G.; RAJMOHAN, K.; GOLVI, J.N.; PETER, K.V.; THOTTAPPILLY, G. **Mango: cultivation in different countries**. Houston: Studium Press LLC, 2012. v. 2, chap. 22, p. 331-345.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. Photosynthesis, and drought: can we make metabolic connections from available data? **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.869-882, 2011.

PLEGUEZUELLO, C.R.R. et al. Irrigation strategies for mango (*Mangifera indica* L.) under the water-scarcity scenario in the Mediterranean subtropical environment. In: LEROUX, G. **Water scarcity and sustainable agriculture in the semiarid environment: Tools, strategies, and challenges for woody crops**. Academic Press, 2018. v. 1, p. 299-316.

SANTOS, M.R. dos et al. 'Tommy atkins' mango yield and photosynthesis under water deficit in semiarid region of Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 899-907, 2014.

SANTOS, M.R. dos et al. Irrigation strategies with water deficit in 'Tommy Atkins' mango tree. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 6, p. 1096-1109, 2016.

SILVA, F.G. et al. 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.

SIMÃO, S. et al. Mangueira: influência do porta-enxerto e da copa na produção de frutas. **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 183-188, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEIXEIRA, A.H.de U. et al. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 148, p. 1524-1537, 2008.

VALEXPORI, Associação dos Exportadores de Hortifrutigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco. **Exportação da Fruticultura do Vale**. Relatório Interno. Petrolina, 2016.

VIEIRA JÚNIOR, P.A. et al. Relações entre o potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p.555-561, 2007.