

Influência das Mudanças Climáticas no Ciclo Fenológico e na Demanda Hídrica da Manga cv. Kent

Magna Soelma Beserra de Moura¹; Thieres George Freire da Silva²; Maria Aparecida do Carmo Mouco³; José Francisco Alves do Carmo⁴; Luciana Sandra Bastos de Souza⁵

¹ Pesquisadora da Embrapa Semiárido – Agrometeorologia, BR 428, Km 152, CP 23, Zona Rural, CEP 56302-970, Petrolina, PE, magna@cpatsa.embrapa.br.

² Professor Adjunto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE.

³ Pesquisadora da Embrapa Semiárido – Fitotecnia, Petrolina, PE.

⁴ Biólogo, Bolsista FACEPE/Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵ Doutoranda, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Meteorologia Agrícola, Viçosa, MG.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos das alterações do dióxido de carbono, da temperatura e umidade relativa do ar e da disponibilidade de água no solo sobre a duração do ciclo fenológico e a evapotranspiração da mangueira cv. Kent em Petrolina, PE, Vale do Submédio São Francisco. Para o cálculo da evapotranspiração da cultura (ET_c) foram usados o modelo original de Penman-Monteith, o coeficiente da cultura (K_c) e os dados climáticos do período de 1975-2010. Além disso, considerou-se um acréscimo de 2,2 °C na temperatura do ar, uma diminuição de 5,5% nos valores absolutos da umidade relativa do ar e um aumento de 22% na resistência estomática. A partir destas informações foram gerados três cenários, sendo um com a situação atual e dois com as projeções futuras. Observou-se que o ciclo da mangueira cv. Kent foi reduzido de 350 dias para 313 dias nos cenários futuros, resultando em uma diminuição na evapotranspiração da cultura em torno de 11%, principalmente devido ao aumento da demanda atmosférica, uma vez que somente o incremento de dióxido de carbono apresentou menor efeito na evapotranspiração (<1,2%).

Palavras-chave: dióxido de carbono, mudanças climáticas, evapotranspiração.

Introdução

A variabilidade climática sempre foi um dos principais fatores na determinação dos riscos às atividades agrícolas. No Submédio do Vale do Rio São Francisco, onde há alta incidência de radiação solar, temperaturas elevadas durante todo ano e baixa umidade relativa do ar, a disponibilidade de recursos hídricos fluviais é utilizada para compensar a irregularidade e escassez das chuvas por meio da irrigação. Associado a isso, o uso de tecnologias de manejo cultural resulta em produtos agrícolas diferenciados e em reconhecimento nacional e internacional dessa região como produtora de fruteiras, especialmente a mangueira (EMBRAPA, 2009).

O cultivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) irrigada nas condições semiáridas brasileiras contempla 69% da área plantada, que totaliza 74 mil hectares no país e responde por 76% da produção no Brasil, que girava em torno de 1,1 milhões de toneladas em 2009. A região do Vale do São Francisco foi responsável pela produção de 80% da manga exportada em 2010, que foi da ordem de 124,7 mil toneladas, movimentando a balança comercial brasileira em US\$ 119,9 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2011). Nessa região, a

floração natural da mangueira ocorre de junho a setembro, e a colheita se completa entre novembro e janeiro, período que coincide com as safras de outras regiões do País.

A União Européia é o principal comprador de mangas brasileiras, representando quase 70% do total de nossas exportações. O Peru, que produz principalmente a manga 'Kent', é hoje o maior concorrente do Brasil no mercado europeu, abastecendo o continente de dezembro até abril, e por isso, é estratégico para o produtor brasileiro de manga 'Kent' concentrar a produção no segundo semestre, principalmente no mês de novembro (FAVERO, 2008).

A indução floral da mangueira é provocada por baixas temperaturas e não por fotoperíodo curto (DAVEMPORT, 2009). A floração da mangueira pode durar vários meses e ter seu início alterado, natural ou artificialmente, pelas condições climáticas, pela produtividade da safra anterior mediante práticas culturais, e pelo uso de reguladores vegetais (MOUCO, 2008). Depois da colheita, as práticas do manejo do pomar incluem as podas de produção, com as atividades de limpeza (retirada de restos de floração e frutificação e de partes infestadas e infectadas) e levantamento de copa, abertura central, correção da arquitetura da planta, além da poda lateral e de topo. O manejo da copa e a adubação de cobertura são importantes para estimular a brotação dos novos ramos produtivos do próximo ano, o que vai aumentar a probabilidade de obtenção de uma floração homogênea no espaço e no tempo, o que deve concentrar o período de produção da planta. No manejo da produção da mangueira, o retardante vegetal paclobutrazol (PBZ) é aplicado depois da emissão de dois fluxos vegetativos, o que ocorre, em média, 50 dias depois da poda de produção e adubação.

De acordo com o último relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), o aquecimento do sistema climático global é inequívoco, sendo a causa desse evento atribuída, principalmente, à queima de combustíveis fósseis, que acarreta o aumento na concentração de gases na atmosfera, ocasionando alterações nos parâmetros climáticos globais, diante do que foram realizadas projeções futuras sobre as alterações no clima. Isso implica na necessidade de se investigar os possíveis impactos de tais mudanças sobre sistemas agrícolas (IPCC, 2007). Diante disto, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos das alterações do dióxido de carbono, da temperatura e umidade relativa do ar e da disponibilidade de água no solo sobre a fenologia e a evapotranspiração da cultura (ETc) da mangueira cv. Kent em Petrolina, PE, Vale do Submédio São Francisco.

Material e Métodos

Foram obtidos os dados das datas de aplicação de PBZ e de nitrato, e a data de início da colheita de quatro ciclos produtivos (entre 2007 e 2011) da mangueira cv. Kent em uma área de produção da Fazenda Andorinhas, Submédio do Vale do São Francisco. Utilizou-se a temperatura base igual a 10 °C para o cálculo dos graus-dias, que foi realizado com os dados diários de temperatura do ar obtidos na Estação Meteorológica de Bebedouro, Petrolina, PE.

O acúmulo dos graus-dias foi realizado para os seguintes subperíodos fenológicos: Subperíodo 1 – início da brotação ao início da fase vegetativa, onde são realizadas atividades como poda, adubação e aplicação de PBZ; Subperíodo 2 – fase vegetativa e repouso dos ramos; Subperíodo 3 – repouso dos ramos e início da floração, quando ocorre a aplicação de nitrato; Subperíodo 4 – da floração plena à maturação dos frutos, passando por frutificação e quedas fisiológicas; Subperíodo 5 – colheita. Para estes mesmos subperíodos, considerou-se respectivamente 0,80; 0,65; 0,25; 0,85 e 0,55 como valores médios do coeficiente de cultivo (Kc) utilizado no manejo de irrigação. Como a manga 'Kent' brasileira tem menores concorrentes no mercado europeu em outubro, o período da aplicação de PBZ, que define a data da colheita, foi simulado para o mês de janeiro.

Os dados climáticos médios do período de 1975 a 2010 foram obtidos na Estação Agrometeorológica de Bebedouro (09°09S; 40°22 W; 365 m), Petrolina, PE. Estes dados correspondem às medidas da radiação solar global, temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento, que foram utilizados para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o) segundo Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Os cenários de mudanças climáticas foram incorporados aos cálculos da ET_o por meio da inserção do aumento da temperatura média do cenário B1 (2,2 °C) nos cálculos da declividade da curva da relação entre a pressão de saturação do vapor e a temperatura média do ar (Δ , kPa °C⁻¹) e do deficit de pressão do vapor do ar ($e_s - e_a$, kPa).

Os efeitos do aumento da concentração do dióxido de carbono (CO₂) e da temperatura do ar (t) foram analisados sobre a evapotranspiração da cultura (ET_c) da mangueira, assim como a influência da temperatura do ar sobre a duração de seus subperíodos fenológicos. Com isso, calculou-se a ET_c acumulada por meio do produto entre a evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente de cultura (Kc) da mangueira de acordo com a duração de cada subperíodo fenológico estudado.

Foram simulados três cenários nos quais as mudanças climáticas influem no cultivo da mangueira, como sendo: Cenário Atual - a evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida com base nas normais climatológicas sem considerar nenhuma projeção futura; Cenário 2 - considerou-se o efeito do incremento de 2,2 °C da temperatura na duração do ciclo fenológico e nos valores da evapotranspiração da cultura (ET_c), bem como a redução de 5,5% nos valores absolutos da umidade relativa do ar e do incremento do CO₂ na ET_c, conforme citado por Lovelli et al. (2010), onde se prevê uma redução média de 22% da condutância estomática de uma folha bem iluminada (r_1) e um aumento de 4% no IAF_{ativo}; Cenário 3: assumiu-se apenas os efeitos da temperatura do ar na duração do ciclo da cultura e do incremento do CO₂ na ET_c. As anomalias da temperatura e umidade relativa do ar utilizadas neste estudo referem-se às projeções do cenário B1, mais otimista, oriundas do modelo acoplado do Hadley Centre for Climate Prediction and Research, da Inglaterra (HadCM3).

Resultados e Discussão

De acordo com os dados fenológicos e climáticos observados no campo, obteve-se o acúmulo de graus-dias e a duração dos subperíodos de desenvolvimento da manga cv. Kent no Submédio São Francisco. Observou-se que a exigência térmica necessária para completar o ciclo produtivo foi igual a 5739 graus-dias, e ocorreu durante 350 dias. A duração dos subperíodos fenológicos da mangueira cv. Kent foi computada para a situação atual e considerando um incremento de 2,2 °C na temperatura média do ar. Com isso, pode-se observar na Figura 1 que o aumento de temperatura reduz a duração dos subperíodos fenológicos da mangueira em 8, 6, 4, 14 e 5 dias, respectivamente, do Subperíodo 1 ao Subperíodo 5, totalizando uma redução de 38 dias no ciclo fenológico total.

De acordo com Lucena et al. (2008), a mangueira cv. Tommy Atkins leva 26 dias entre a aplicação de nitrato e a floração, e ainda necessita de 105 dias para atingir a maturidade. Considerando que a cv. Kent é um pouco mais tardia do que a Tommy Atkins, nesse trabalho foi observado que o Subperíodo 3, que compreende o tempo entre a aplicação de nitrato e o início da floração durou 33 dias nas condições atuais e diminuiu para 29 dias em um cenário com aumento de temperatura, enquanto que entre a floração plena e o início da colheita (Subperíodo 4) foram observados valores de 122 e 108 dias, respectivamente para os cenários atual e futuro. Para mangueira cv. Tommy Atkins desenvolvendo-se com floração entre os meses de abril e maio. Campos et al. (2008) observaram que a fase de floração ocorreu em 20 dias, enquanto o

desenvolvimento, crescimento, maturação e início da colheita ocorreram, no período mais frio, em 130 dias.

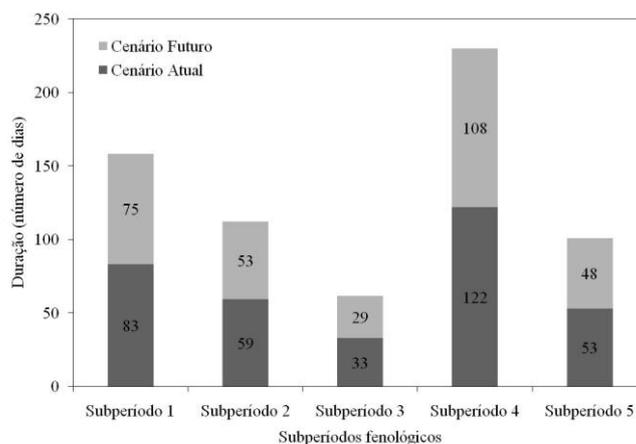


Figura 1. Duração dos subperíodos fenológicos da mangueira cv. Kent, simulado com aplicação de PBZ no mês de janeiro, para os cenários atual e futuro de mudanças climáticas no Submédio do Vale do São Francisco.

A evapotranspiração acumulada em cada subperíodo de desenvolvimento da mangueira cv. Kent para os três cenários estudados é apresentada na Figura 2. Observa-se que para o cenário atual, os valores da evapotranspiração estimada para os subperíodos de 1 a 5 foram, respectivamente, iguais a

287 mm, 137 mm, 25 mm, 461 mm e 150 mm, totalizando 1060 mm. Poucos estudos relatam a demanda hídrica da mangueira para todos seus subperíodos de desenvolvimento. Segundo Campos et al. (2008), a evapotranspiração do pomar de mangueiras foi, durante o subperíodo compreendido entre a floração e a colheita, variável de acordo com as lâminas de irrigação aplicadas, com taxas médias de 3,0; 3,2; 3,6 e 4,0 mm dia⁻¹, sendo que os maiores valores foram observados com maior suprimento de água via irrigação. Já Teixeira et al. (2008) observaram valores médios iguais a 3,7 mm dia⁻¹, totalizando 1419 mm para todo ciclo produtivo da mangueira ‘Tommy Atkins’, enquanto Azevedo et al. (2003) observaram que a evapotranspiração da mangueira foi em torno de 550 mm para o período compreendido entre a aplicação de nitrato e a colheita.

Para o Cenário 1, quando foram considerados os efeitos do aumento da temperatura do ar na duração do ciclo e no cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o), bem como a influência da redução da umidade relativa do ar e do incremento de CO₂ na ET_o, verificou-se pequena redução da ET_c da mangueira, totalizando 1047 mm (-1,2%). Uma redução ainda maior foi verificada quando se considerou o efeito isolado do CO₂ sobre a evapotranspiração e da temperatura sobre

a duração do ciclo (Cenário 2). Neste caso, constatou-se redução na ETc da mangueira em torno de 11%, passando para 941 mm. Resultados contrários foram encontrados por Gondim et al. (2011) para a cultura da bananeira no Vale do Jaguaribe, Ceará. Estes autores projetaram uma elevação na necessidade hídrica bruta média anual para o ano de 2040 em relação às condições iniciais, de 1.989 mm para 2.536 mm e 2.491 mm (27,50% e 25,24%) para os cenários A2 e B2, elaborados pelo IPCC, respectivamente, sem considerar o efeito do aumento de temperatura na duração do ciclo fenológico da cultura e nem alterações na ETo devido a variações na concentração de CO₂ e redução na umidade relativa do ar.

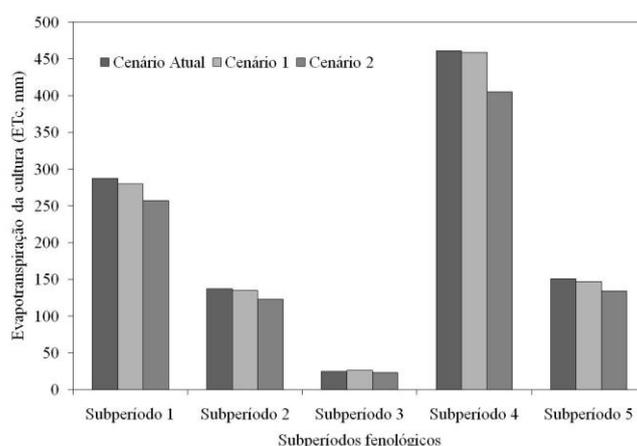


Figura 2. Evapotranspiração da cultura (ETc) da mangueira para seus subperíodos fenológicos, considerando os cenários atual e futuros de mudanças climáticas no Submédio do Vale do São Francisco.

Conclusões

Os cenários de mudanças climáticas também devem ser considerados na seleção da época de colheita da mangueira cv. Kent no Submédio do Vale do São Francisco, uma vez que o aumento de temperatura poderá alterar o ciclo fenológico dessa espécie.

As necessidades hídricas da cultura poderão ser alteradas nos diferentes estágios de desenvolvimento diante dos cenários climáticos futuros.

A alocação de água para irrigação da mangueira deverá ser feita considerando a demanda hídrica da cultura nos cenários futuros, em seus diferentes subperíodos de desenvolvimento.

Referências

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

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2011. p. 55.

AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SILVA, V. P. R. da. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, n. 58, p. 241–254, 2003.

CAMPOS, J. H. B. da C., SILVA, V. de P. R. da; AZEVEDO, P. V. de; BORGES, C. J. R.; SOARES, J. M.; MOURA, M. S. B. de; SILVA, B. B. da. Evapotranspiração e produtividade da mangueira sob diferentes tratamentos de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p.150-156, 2008.

DAVEMPORT, T. L. Reproductive physiology. In: LITZ, R. E. (Ed.). **The mango**. New York: R. Litz. 2009. p. 97-169.

FAVERO, L. A. (Org.) **A cultura da manga no São Francisco**: posicionamento, limites, oportunidades e ações estratégicas. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 230 p.

GONDIM, R. S.; CASTRO, M. A. H. de; TEIXEIRA, A. dos S.; EVANGELISTA, S. R. de M. Impactos das mudanças climáticas na demanda de irrigação da bananeira na Bacia do Jaguaribe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 594-600, 2011.

LIMA, M. A. C. de; SA, I. B.; KIILL, L. H. P.; ARAUJO, J. L. P.; BORGES, R. M. E.; LIMA NETO, F. P.; SOARES, J. M.; LEAO, P. C. de S.; SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I. S.; SILVA, D. F. da. **Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco**: uva de mesa e manga. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 8-15. (Embrapa Semiárido. Documentos, 222). Disponível em: <[http://www.cpatas.embrapa.br:8080/public_eletronica/](http://www.cpatas.embrapa.br:8080/public_eletronica/download.php?indice=3689&seg=5722)

download.php?indice=3689&seg=5722>. Acesso em: 22 jun. 2011.

LOVELLI, S.; PERNIOLA, M.; TOMMASO, T. Di; VENTRELLA, D.; MORIONDO, M.; AMATO, M. Effects of rising atmospheric CO₂ on crop evapotranspiration in a Mediterranean area. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, p.1.287-1.292, 2010.

LUCENA, E. M. P. de; ASSIS, J. S. de; ALVES, R. E.; ENÉAS FILHO, J. Fenologia da floração à frutificação da mangueira 'Tommy atkins' no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 59.; REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 31.; CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE CACTÁCEAS Y OTRAS SUCULENTAS, 4.; CONGRESS OF INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SUCULENT PLANT STUDY, 30., 2008, Natal. **Atualidades, desafios e perspectivas da botânica no Brasil**: anais. Natal: UFERSA, 2008. 1 CD-ROM.

MOUCO, M. A. do C. **Manejo da floração de mangueiras no sem-árido do Nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelina**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **IPCC 2007**: mudança do clima: a base das ciências físicas: contribuição do GT-I ao Quarto Relatório de Avaliação do IPCC. Paris: OMM: PNUMA, 25 p.

TEIXEIRA, A. H. de 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**, Amsterdam, v. 148, p. 1524-1537, 2008.

