

Mecanismos para otimização da eficiência do uso da água em fruteiras tropicais

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 209

Mecanismos para otimização da eficiência do uso da água em fruteiras tropicais

Eugênio Ferreira Coelho

Maurício Antônio Coelho Filho

Carlos Elisio C. Cotrim

Alisson Jadavi Pereira da Silva

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Cruz das Almas, BA

2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Rua Embrapa - s/n, Caixa Postal 007
44380-000, Cruz das Almas, Ba
Fone: (75) 3312-8048
Fax: (75) 3312-8097
www.cnpmf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Aldo Vilar Trindade*

Secretária-executiva: *Maria da Conceição Pereira Borba dos Santos*

Membro: *Antonio Alberto Rocha Oliveira*

Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque

Cláudia Fortes Ferreira

Herminio Souza Rocha

Jacqueline Camolese de Araújo

Marcio Eduardo Canto Pereira

Tullio Raphael Pereira Pádua

Léa Ângela Assis Cunha

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Supervisão editorial: *Aldo Vilar Trindade*

Revisão de texto: *Ana Lúcia Borges*

José Maria Pinto

Zilton José Maciel Cordeiro

Normalização bibliográfica: *Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Editoração eletrônica: *Anapaula Rosário Lopes*

1ª edição

Versão online (2014).

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Coelho, Eugênio Ferreira

Mecanismos para otimização da eficiência do uso da água em fruteiras tropicais.[recurso eletrônico] / Eugênio Ferreira Coelho Maurício Antônio Coelho Filho, Carlos Elisio C. Cotrim, Alisson Jadavi Pereira da Silva. Dados Eletrônicos. - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.

21 p. il. ; 21 cm. - (Documentos/ Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-4996, 209).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: Word Wide Web; <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/documentos/documentos_209.pdf>.

Título da página web (acesso em 28/02/2014)

1. Irrigação. 2. Agricultura. 3. Sistemas de irrigação. I. Coelho, Eugênio Ferreira. II. Maurício Antônio Coelho Filho. III. Carlos Elisio C. Cotrim. IV. Alisson Jadavi Pereira da Silva. V. Título. VI. Série.

CDD 631.587 (21.ed.)

© Embrapa 2014

Autores

Eugênio Ferreira Coelho

Engenheiro Agrícola, D.Sc., Pesquisador da
Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas,
BA, eugenio.coelho@embrapa.br

Maurício Antônio Coelho Filho

Engenheiro Agrícola, D.Sc., Pesquisador da
Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas,
BA, mauricio-antonio.coelho@embrapa.br

Carlos Elisio C. Cotrim

Estudante Doutorado - CCA/UFRB, Campos Cruz
das Almas, Cruz das Almas, BA

Alisson Jadavi Pereira da Silva

Engenheiro-agrônomo, D.Sc., Instituto de Gestão
das Águas e Clima, Salvador, BA, alissonagr@
gmail.com

Apresentação

Sustentabilidade é palavra de ordem em todos os setores da economia, e ainda mais na agricultura que é baseada no uso de recursos naturais para produzir alimento, energia, fibra e outros produtos indispensáveis para a vida humana.

A agricultura é o setor da economia que mais consome água, o recurso natural mais crucial, cada vez mais escasso e conseqüentemente cada vez mais custoso. A busca pela eficiência no uso de água é, portanto, uma demanda de absoluta prioridade que desafia a criatividade e a inovação tecnológica.

A fruticultura, atividade agrícola com retorno econômico por unidade de área relativamente elevado, predomina nos perímetros irrigados da região mais carente em água no Brasil, a semiárida. Neste ecossistema, o uso racional e eficiente da água torna-se ainda mais crítico.

Esta publicação ressalta as possibilidades de se aumentar a eficiência do uso de água na agricultura e apresenta resultados promissores obtidos em pomares de diversas regiões do semiárido brasileiro.

Domingo Haroldo Reinhardt
Chefe Geral
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sumário

| | |
|--|-----------|
| Introdução..... | 9 |
| Otimização da eficiência de uso de água | 10 |
| Referências | 19 |

Mecanismos para otimização da eficiência do uso da água em fruteiras tropicais

Introdução

Em 1950, existia cerca de 2,5 bilhões de pessoas no planeta Terra, em 1980 este número saltou para 4,4 bilhões e em 2000 ultrapassou os 6 bilhões. Estima-se que a população crescerá para 8 bilhões de pessoas em 2025 e para 9,3 bilhões em 2050 (UNDESA, 2002). Esse aumento da população, especialmente nos países em desenvolvimento, representa uma enorme demanda por alimentos, água, energia e outros recursos naturais.

A água, sua disponibilidade e qualidade são fontes de crescente preocupação para a comunidade científica. O bem-estar humano, a sustentabilidade dos ecossistemas, bem como a economia, tudo depende da disponibilidade de água em quantidade e qualidade (GLEICK, 2001). A disponibilidade dos recursos hídricos combinado com o aumento da população humana, acrescido dos contínuos desmatamentos e do uso ineficiente da água nos setores produtivos, vêm gerando conflitos por água em várias partes do mundo (SOPHOCLEOUS, 2004). A agricultura, por se tratar do setor produtivo que mais demanda água, tem sofrido pressões para garantir a produção de alimentos com melhoria na eficiência do uso da água (HOWELL, 2001).

A agricultura usa cerca de 69% da água doce disponível, sendo o uso doméstico cerca de 10%, e a indústria 21% (FAO, 2003). As áreas irrigadas ocupam 17% do total de área plantada, e geram 40% da produção alimentar mundial (FAO, 2003). No Brasil, segundo dados da ANA (2007), de modo geral, cada hectare irrigado equivale a três hectares de sequeiro em produtividade física e a sete em produtividade econômica. Durante os últimos 30 anos, a área de terra sob irrigação passou de 200 milhões para mais de 270 milhões de hectares (FAO, 2007). No mesmo período, o consumo subiu de cerca de 2.500 km³ para mais de 3.600 km³ (FAO, 2007). No Brasil, Christofidis (2008) indica que, no período de 27 anos (1975/2004), houve a incorporação de ordem de 2,4 milhões de hectares de terras irrigadas. Shiklomanov (2000) estima que, mundialmente, haverá um acréscimo de áreas irrigadas e que no ano 2025 estarão sendo irrigados cerca de 330 milhões de hectares, ou 29% a mais serão necessárias até ao ano 2025 (INTERNATIONAL, 2000). Esse aumento deverá ser feito dentro do volume de recursos hídricos disponíveis.

Para aumentar a eficiência, a produtividade da água é necessária uma mudança fundamental no atual comportamento dos padrões de produção da agricultura irrigada (1998). A escolha da tecnologia mais adequada e, sobretudo, a promoção de métodos e sistemas de irrigação que evitam o desperdício de água é fundamental para atender à demanda por alimentos, com o mínimo de impactos ambientais, como a degradação dos solos, dos aquíferos ou os processos de salinização.

Otimização da eficiência de uso de água

De acordo com Frizzone (1993), há duas estratégias para o planejamento da irrigação, sendo a primeira, a irrigação sem déficit, que objetiva suprir totalmente a necessidade de água da cultura (irrigação total) ou parcialmente, complementando as chuvas (irrigação suplementar) com atendimento pleno da demanda evapotranspirométrica da cultura. A segunda,

irrigação com déficit, objetiva suprir parcialmente a necessidade de água da cultura, com atendimento parcial da demanda evapotranspirométrica da mesma. Segundo Frizzone (1993), o objetivo da irrigação sem déficit é de aplicar uma quantidade média de água para suprir o déficit hídrico e proporcionar a máxima produção física por unidade de área, evitando perda de qualidade e quantidade do produto por deficiência de água no solo. Na irrigação com déficit, a lâmina de irrigação será menor que a evapotranspiração da cultura num dado período, com aumento da eficiência de uso da água pela economia de água pelo aumento da eficiência de aplicação e redução das perdas de água por percolação. Nesse caso, as produtividades serão menores, mas, além do aumento na eficiência de aplicação ocorrerá redução nos custos operacionais da irrigação e redução da lixiviação de produtos químicos (FRIZZONE, 1993).

As curvas de produtividade física em resposta a níveis de água mostram que os incrementos de lâmina de água próximos da produtividade máxima física implicam em incrementos de produtividade cada vez menores tais como mostrado nas Figuras 1 e 2. Esses pequenos incrementos de produtividade em relação aos incrementos razoáveis de lâmina de água resultaram em aumento da eficiência de uso de água de 34,2 kg mm⁻¹ para 42,0 kg mm⁻¹ para a cultivar Prata Anã (Figura 1) e de 17,7 kg mm⁻¹ para 27,3 kg mm⁻¹ para a mangueira cv. Tommy Atkins (Figura 2). Esses exemplos mostram que é importante avaliar a resposta da produtividade da água no aspecto da resposta econômica da produtividade a níveis de água, bem como no aspecto da eficiência de uso de água.

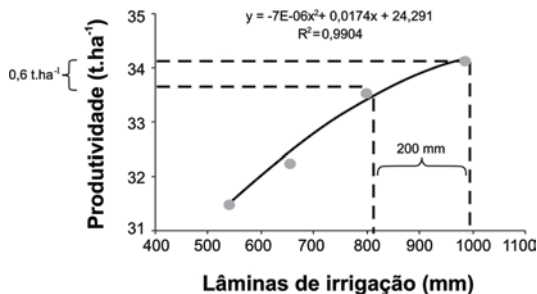


Figura 1. Curva de resposta à água da bananeira cv. Prata Anã com incrementos de produtividade e lâmina de água, Nova Porteirinha, MG.

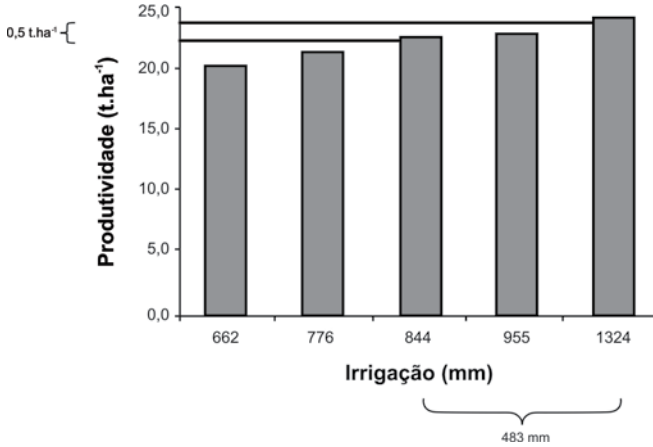


Figura 2. Curva de resposta à água para mangueira cv. Tommy Atkins com incrementos de produtividade e lâmina de água, laçu, BA.

No caso da resposta econômica de uma cultura, a questão, segundo Frizzone (1993) é encontrar a solução ótima para determinada combinação insumo-produto, que maximize a receita líquida sujeita às restrições de recursos pré-fixadas, em face da estrutura de preços vigentes e o nível de tecnologia adotado no sistema de produção. Na definição das estratégias ótimas de irrigação, duas situações podem ser consideradas: a) a disponibilidade de terra como único fator limitante da produção – e neste caso, a água pode ser adquirida e aplicada a um custo unitário constante; a regra de otimização agroecômica preconiza que a lâmina aplicada deva maximizar a receita líquida por unidade de área; b) a disponibilidade de água como único fator que limita a produção. Nessa condição, a quantidade de terra é relativamente abundante e não-limitante. O objetivo da otimização é atingir a máxima receita líquida por unidade de volume de água, deixando alguma área sem irrigar (FRIZZONE, 1993). Em ambos os casos, a produtividade máxima econômica será obtida com uma lâmina de água inferior àquela correspondente à produtividade máxima física cuja receita líquida que equivalerá a uma lâmina inferior à de máxima produtividade econômica. Quando a água constitui fator limitante à produção agrícola, a utilização de irrigação com déficit permite maior retorno econômico do que a irrigação plena (ENGLISH, 1990).

A definição de um intervalo de manejo de irrigação, a partir de uma função de produção conhecida, permite a utilização racional da irrigação com déficit.

Em termos de eficiência de uso de água, a otimização pode ser alcançada atuando-se no numerador da razão biomassa ou produção comercial pela quantidade de água aplicada ou evapotranspirada, ou seja, aumentando a produtividade para a mesma quantidade de água aplicada/evapotranspirada. Pode ser alcançada também reduzindo o denominador da razão, isto é, reduzindo a lâmina aplicada/evapotranspiração de forma a não reduzir significativamente o numerador ou a produtividade.

A primeira alternativa, isto é, promover o aumento da produtividade pode ser conseguido atuando, por exemplo, na densidade de plantas. A densidade de plantas tem sido recomendada com base em trabalhos realizados em condições não irrigadas. O uso da irrigação, principalmente em condições de suplementação, permite o aumento da densidade de plantas. Algumas culturas, principalmente fruteiras, apresentam espaço para aumento na densidade de plantas, onde tal aumento implica em maior número de frutos, o que pode a vir aumentar a produtividade sem alterar significativamente a quantidade de água aplicada.

A segunda alternativa implica em elevar a eficiência de uso de água pela redução da lâmina real/evapotranspiração necessária durante fases de crescimento e desenvolvimento, consideradas não críticas para as plantas, sem comprometimento significativo da produtividade potencial esperada ou trabalhando favoravelmente nos fatores que reduzem a ET_c , basicamente pelo aumento da resistência estomática ou pela resistência aerodinâmica das plantas. A resistência estomática pode ser aumentada com práticas de sombreamento ou com uso de uma técnica desenvolvida na Austrália, em que a irrigação é aplicada em um lado da planta durante um dado período, após o qual se alterna o lado da aplicação de água, o Secamento Parcial do Sistema Radicular (SPR). A resistência aerodinâmica pode ser aumentada usando-se quebra-ventos de forma a reduzir a circulação de ar na cultura.

Pesquisas têm sido desenvolvidas com espécies frutíferas, algumas inseridas no que é chamado de regulação do déficit de irrigação, que consiste no manejo da irrigação com déficits em estádios de desenvolvimento da cultura cujo crescimento e qualidade do fruto têm baixa sensibilidade ao estresse hídrico, realizando uma irrigação sem déficit nos outros períodos do desenvolvimento da cultura, obtendo assim uma redução no volume de água irrigado, sem prejuízos com relação à produtividade e qualidade dos frutos. É necessário, para isso, de um bom conhecimento dos estádios no qual a deficiência de água poderá provocar perdas consideráveis de produtividade e qualidade.

Em fruteiras arbóreas tem-se observado que a produção e qualidade dos frutos são afetadas pela qualidade da irrigação nos períodos de floração e “pegamento” de frutos (Fase I) e de crescimento rápido do fruto (Fase II). Dependendo do estresse promovido na Fase I, os níveis de abscisão de flores e frutos podem ser afetados, na Fase II afeta o tamanho do fruto (DOMINGO et al., 1996). González-Altozano e Castel (1999) trabalharam com tangerinas e, aplicando déficits hídricos nessas fases, concluíram que a fase II é mais apropriada para promover a regulação do déficit de irrigação, sendo que o período mais crítico encontrado foi o de floração e formação inicial do fruto.

Coelho Filho et al. (2006) avaliaram a produtividade da lima ácida ‘Tahiti’ irrigada por microaspersão no projeto Jaíba, norte do estado de Minas Gerais, sob diferentes déficits de água no solo, em três fases de crescimento dos frutos. Os tratamentos foram aplicados nas fases de floração e pegamento dos frutos (fase I), desenvolvimento e crescimento dos frutos (fase II) e final de crescimento (fase III). Os tratamentos consistiram de aplicação de déficit hídricos de 15%, 30% e 45% em cada fase, além de déficit de 50% ao longo de todas as fases (irrigação de um só lado da planta aplicando 50% da lâmina real necessária). Houve uma tendência de o déficit ser menos crítico à medida que foi aplicado o mais distante da Fase I. Porém, estatisticamente não foram observadas diferenças entre a testemunha (sem déficit) e déficits de 15% e 30% na Fase I. Houve reduções de produtividade quando o déficit foi aplicado na Fase II (-32%), porém as médias foram estatisticamente iguais a da testemunha (Figura 3).

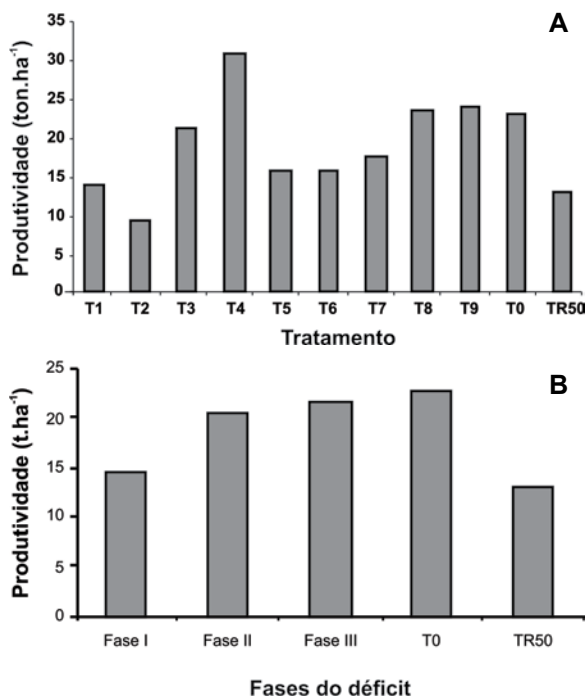


Figura 3. Produtividade média ($t\ ha^{-1}$), considerando a (A) média dos tratamentos e (B) agrupados em função do déficit aplicado nas fases de crescimento do fruto. T1, T2 e T3 com redução de 45% nas fases I, II e III; T4, T5 e T6, com redução de 30% nas mesmas fases e T7, T8 e T9 redução de 15% nas mesmas fases.

Fonte: Coelho Filho et al. (2006).

Cotrim et al. (2007) avaliaram níveis de deficiência de água no solo na produção da cultura da mangueira, sob irrigação por gotejamento, em condições semiáridas. Os déficits foram aplicados nas três fases de crescimento do fruto (F1-Fase I, F2-Fase II e Fase III), com reduções de 60% nas três fases (T1, T2 e T3), 40% nas três fases (T4, T5 e T6) e 20% nas três fases (T7, T8 e T9) sendo T0 o tratamento de irrigação plena adotada no Perímetro Irrigado de Ceraíma, em todas as fases de desenvolvimento dos frutos (100% ETc). A análise de variância dos dados mostrou não haver diferenças significativas entre os tratamentos (produtividade, número de frutos por planta e peso médio de frutos) evidenciando a possibilidade de redução do uso de água na prática da irrigação em condições semiáridas sem perdas significativas de

produtividade. Considerando os valores agrupados por fase (Figura 4), as melhores produtividades foram observadas quando o déficit de irrigação foi aplicado na Fase II (redução de 15% do volume aplicado em relação a TO). Considerando as produtividades médias alcançadas em relação a TO, há possibilidade de reduções em todas as fases.

Um mesmo trabalho com os mesmos tratamentos foi feito, considerando o sistema de microaspersão, sendo que não houve diferenças significativas entre os tratamentos (produtividade, número de frutos por planta e peso médio de frutos). Quando se consideraram os valores agrupados por fase (Figura 5), as melhores produtividades foram observadas quando o déficit de irrigação foi aplicado na Fase III e Fase II, sendo alternativa para o aumento da eficiência de água sem perdas de produtividade, com economias de água de até 15% em relação ao manejo recomendado.

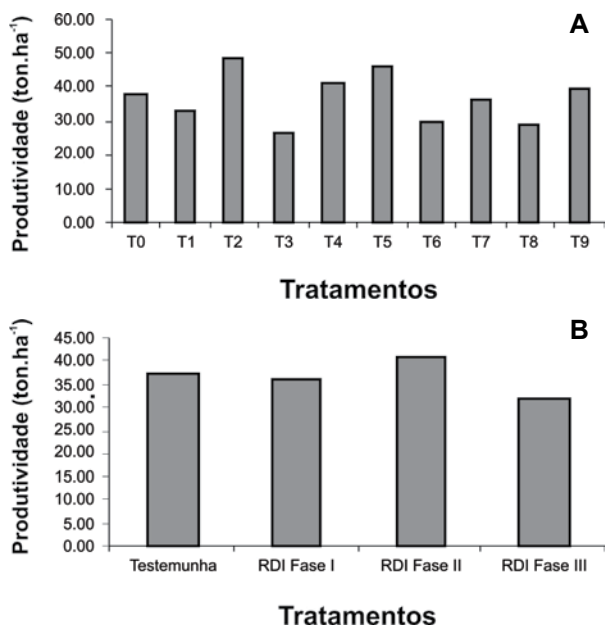


Figura 4. Produtividade média ($t\ ha^{-1}$), em sistema de gotejamento, considerando a (A) média dos tratamentos e (B) agrupados em função do déficit aplicado nas fases de crescimento do fruto. T1, T2 e T3 com redução de 60% nas fases I, II e III; T4, T5 e T6, com redução de 40% nas mesmas fases e T7, T8 e T9 redução de 20% nas mesmas fases.

Fonte: Cotrim et al. (2007a).

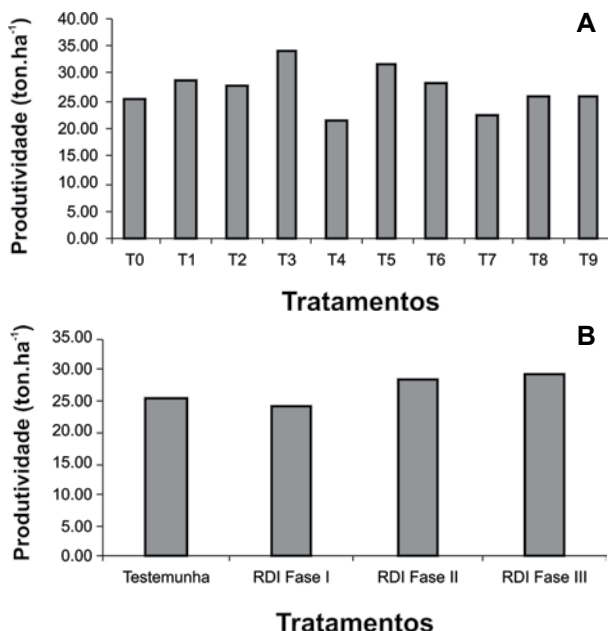
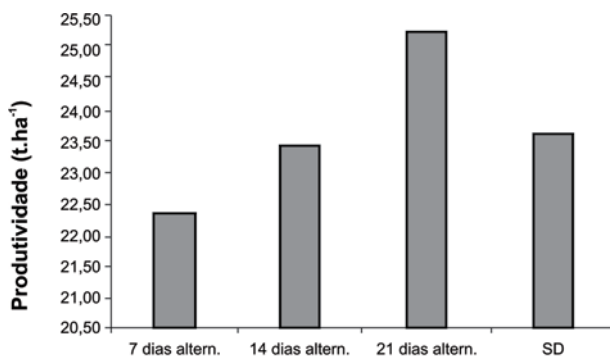


Figura 5. Produtividade média ($t\ ha^{-1}$), em sistema de microaspersão, considerando a (A) média dos tratamentos e (B) agrupados em função do déficit aplicado nas fases de crescimento do fruto. T1, T2 e T3 com redução de 60% nas fases I, II e III; T4, T5 e T6, com redução de 40% nas mesmas fases e T7, T8 e T9 redução de 20% nas mesmas fases.

Fonte: Cotrim et al. (2007b).

No caso do manejo da irrigação usando o Secamento Parcial do Sistema Radicular (SPR), técnica trabalhada por Kang et al. (2002), o propósito é alternar a irrigação em dois lados da cultura, durante um determinado tempo, isto é, dentro de uma certa frequência, irriga-se a cultura em apenas um lado da planta, de forma que os dois lados sejam irrigados alternadamente. O secamento do solo de um lado contribui para as raízes produzirem ácido abscísico que é levado às folhas provocando a redução da abertura estomática, havendo diminuição da transpiração da planta, sem que a mesma manifeste sintomas de estresse acentuado. Tal método já foi avaliado por diversos autores (Kang et al., 2002; Stoll et al., 2000; Souza et al., 2004) que verificaram redução na lâmina de irrigação total aplicada, com aumento de até 80% na eficiência de uso de água, com pequena redução na produção da cultura.

Trabalho conduzido na região Norte de Minas com lima ácida 'Tahiti' sobre porta-enxerto de limão 'Cravo' mostrou que não houve diferença significativa entre a produtividade sob condições de irrigação convencional, Sem Déficit (SD) e sob redução de 50% na lâmina de irrigação aplicada nos dois lados da planta alternadamente em períodos de 7, 15 e 21 dias (Figura 6).



Tratamentos (redução de 50% lâmina d'água)

Figura 6. Produtividade da lima ácida 'Tahiti' sobre porta-enxerto de limão 'Cravo' em diferentes tratamentos de molhamento parcial do sistema radicular. Jaíba, MG.

Os tratamentos de alternância de lado da planta molhado a cada 15 dias e 21 dias resultaram em produtividades iguais ou superiores (caso de 21 dias) a do tratamento com irrigação plena, Sem Déficit (SD) em todo o ciclo da cultura. Esses resultados não foram diferentes dos encontrados na região semiárida do Vale do Paraguaçu, Bahia, para a cultura da mangueira cultivar Kent, onde também não houve diferença entre as produtividades médias da parcela com irrigação plena e as parcelas com redução de 50% na lâmina de irrigação aplicada em cada lado da planta em períodos com alternância de 7, 14 e 21 dias (Figura 7).

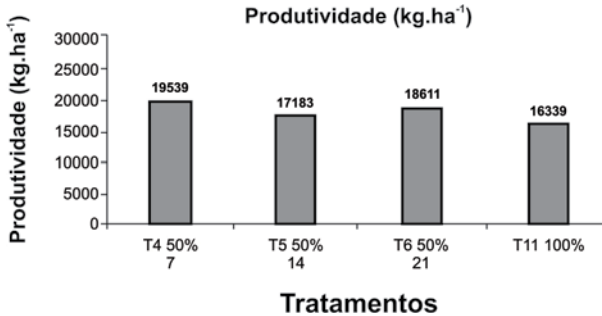


Figura 7. Produtividade da mangueira cv. Kent com irrigação plena (100%) e com redução de 50% da lâmina de irrigação aplicada de um lado da planta com alternância de lado a cada 7, 14 e 21 dias.

Esses resultados, em consonância com a literatura, mostram que o molhamento parcial do sistema radicular com alternância dos lados irrigados numa em frequências de 7 a 21 dias, aplicando 50% da lâmina calculada, resulta em reduções pequenas, quando existentes, na produtividade comparadas à condição totalmente irrigada, o que implica em elevação substancial da eficiência de uso de água.

Referências

AGÊNCIA Nacional De Águas. Utilizações da Água. **Caderno de Recursos Hídricos**, 2. Brasília : ANA, 2007.

CHRISTOFIDIS D. **O futuro da irrigação e a gestão das águas**. Brasília, DF, 21 de nov., 2008. (Série Irrigação e Água).

COELHO, E. F.; SANTOS, M.R.; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.175-178. 2005.

COELHO FILHO, M. A. ; COELHO, E. F. ; SIMÕES, W L ; COSTA, E. L. Uso regulado do déficit de irrigação nas fases de crescimento de frutos de lima ácida Tahiti irrigado por gotejamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABID, 2006. CD ROM.

COTRIM, C.E.; COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E. F.; RAMOS, M. M.; SILVA, J. A. da. Irrigação com déficit regulado e produtividade de mangueira Toomy Atkins, sob gotejamento, no Semi-Árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBAGRO, 2007. CD ROM.

ENGLISH, M. J. Deficit irrigation. I. Analytical framework. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v.116, n.3, p.339-412, 1990.

FAO. **Unlocking the water potential for agriculture**: Rome, Italy, 2003. 62p.

FAO. **Crops and drops: making the best use of land and water**: Rome, Italy, 2007, 24p.

FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba : ESALQ, 1993. 42 p. (Ler. Série Didática, 6).

GLEICK, P. H. **How much water is there and whose is it?, .The world's water 2000-2001**. Washington, D.C: Island Press, p.19–38, 2001

HOWELL T.A., Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. **Agronomy Journal**, v.93, p.281–289, 2001..

INTERNATIONAL Water Management Institute. IWMI. World water and climate atlas: 2000. Disponível em: <<http://www.iwmi.cgiar.org/Watlas/atlas.htm>> . Acesso em: **DATA**

KANG, S. Z.; HU, X. T.; GOODWIN, I.; JIRIE, P.; ZHANG, J. Soil water distribution, water use and yield response to partial rootzone drying under flood-irrigation condition in a pear orchard. **Scientia Horticulturae**, v.92, p.277–291, 2002.

SOUZA, C.R.; MAROCO, J.P.; CHAVES, M.M.; SANTOS, T.; RODRIGUEZ, A.S.; LOPES, C.; RODRIGUES, M.L.; PEREIRA, J.S. Effects of Partial Root Drying on the Physiology and Production of Grapevines. **Acta Horticulture**. ISH, v. 646, p.:121-126, 2004. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/646/646_14.htm> . Acesso em: **DATA**

STOLL, M.; LOVEYS, B.R.; DRY, P. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. **Journal of Experimental Botany**, v.51, p.1627–1634, 2000.

SHIKLOMANOV, I. A. Appraisal and assessment of world water resources: **Water International**. v. 25, n. 1, p. 11–32, 2000.

SOPHOCLEOUS, M. A. Climate change—Why should water professionals care? **Natural Resources Research**, v. 13, n. 2, 2004.

TOEPFER, K. Editorial. Our Planet: UNEP magazine for environmentally sustainable development, Issue on Freshwater. Disponível em: <<http://www.ourplanet.com>, 1998>. Acesso em: **DATA**

UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs), 2002, **Global challenge, global opportunity: trends in sustainable development: Johannesburg Summit 2002**, Johannesburg, South Africa, 21p.



Mandioca e Fruticultura

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 11274