

DIONEI LIMA SANTOS

EFEITO DO SECAMENTO PARCIAL NA ZONA RADICULAR DO
MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) EM UMA CONDIÇÃO EDAFOCLIMÁTICA
DO SEMIÁRIDO DA BAHIA

**EFEITO DO SECAMENTO PARCIAL NA ZONA RADICULAR DO
MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) EM UMA CONDIÇÃO EDAFOCLIMÁTICA
DO SEMIÁRIDO DA BAHIA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

DIONEI LIMA SANTOS

Ao Deus Jesus,

AGRADECIMENTOS

**EFEITO DO SECAMENTO PARCIAL NA ZONA RADICULAR DO
MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) EM UMA CONDIÇÃO EDAFOCLIMÁTICA
DO SEMIÁRIDO DA BAHIA**

Aos meus pais,

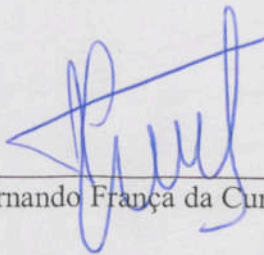
Aos meus irmãos,

Aos meus avós,

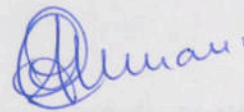
Aos meus amigos,

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

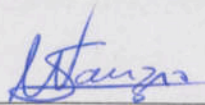
APROVADA: 20 de fevereiro de 2017.



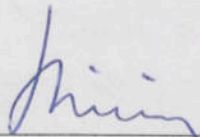
Fernando França da Cunha



Catariny Cabral Aleman



Sanzio Mollica Vidigal



Rubens Alves de Oliveira
(Orientador)

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Santos, Dionei Lima, 1990-
S237e Efeito do secamento parcial na zona radicular do mamoeiro
2017 (*Carica papaya* L.) em uma condição edafoclimática do
semiárido da Bahia / Dionei Lima Santos. – Viçosa, MG, 2017.
viii, 70f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Rubens Alves de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Carica papaya* . 2. Mamão - Irrigação. 3. Irrigação -
Manejo. 4. Raiz - Secagem. 5. Mamão - Condutância estomática.
6. Água - Uso. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Engenharia Agrícola. Programa de Pós-graduação em
Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. d. 634.651

AGRADECIMENTOS

Ao Bom Jesus,

Ao meu pai e mãe, agradeço a Deus pelo Dom da VIDA.
Ao meu amigo Vladimir Rubens Alves de Oliveira, pela amizade, confiança, apoio e execução deste trabalho.

AGRADEÇO!

Ao meu coordenador e amigo Dr. Edgardo Ferreira Coelho, pela amizade, empenhamento, confiança e oportunidade para execução das atividades de pesquisas e contribuição em minha formação profissional.

Aos professores do IFES, em especial, Dr. Mário Alves, pela confiança, oportunidade, apoio, comprometimento e ensinamentos durante a execução deste trabalho.

Aos meus pais,

Aos meus irmãos, Dr. Edson e Dr. Edson, departamentos da UFV, pelo apoio e incentivo durante a execução deste trabalho.

Aos meus irmãos,

Aos meus avôs,

Aos professores do IFES, em especial, Jefferson, Bilsa, Ubiratan, Wagner, Fábio e Edson, pela amizade, colaboração, assistência e esclarecimentos durante a execução de experimento.

Aos meus amigos,

Ao professor Dr. Sergio Luiz Rodrigues Donato, pelo auxílio nas manobras fisiológicas.

DEDICO!

Ao amigo Junio Hatada, pela ajuda, apoio e colaborações.

Ao amigo Sidney Velloso, pelo apoio e contribuição profissional.

Ao amigo Anderson Dourado, pelos conselhos e cooperação para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos Josimar, Jailson e Alex, pela recepção momentânea que cheguei em Vitória.

Aos amigos de república: Elias, Adriano, Rafael, Diego e Nicolás, pelos conselhos e apoio durante a execução deste trabalho.

Aos amigos: Luciano, Roberto, Jorge, Tom, Edson, Antônio, Cláudio, Daniel, Paulo, pelo apoio durante a instalação e condução do experimento.

À comunidade científica

Aos amigos: Roberto, Humberto, Edson, Paulo, Luciano, Milena e Marcelo, pelo apoio e colaboração durante a execução deste trabalho.

OFEREÇO!

Aos amigos e colegas de departamento e do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, em especial, Roberto, José, Sérgio, Manoel, Fábio, Luis, Carlos, Jefferson, César, Fabrício, Daniel, João, Roberto, José Roberto, José Luciano e Hugo, pelos ensinamentos e colaborações durante a execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo Dom da VIDA.

Ao meu orientador Professor Rubens Alves de Oliveira, pela amizade, confiança, ensinamentos durante a execução deste trabalho.

Ao meu coorientador e amigo Dr. Eugênio Ferreira Coelho, pela amizade, ensinamentos, confiança, oportunidade para execução das atividades de pesquisas e contribuição em minha formação profissional.

Ao professor do IF Baiano Márcio Alves, pela confiança, oportunidade, apoio, comprometimento e ensinamentos durante a execução deste trabalho.

Aos professores do DEA, e os de outros departamentos da UFV, pelo valioso conhecimento transmitido.

Aos professores do IF Baiano Hélder, Emerson, Jefferson, Elisa, Ubiratan, Wagner, Fábio e Ediênio, pela amizade, colaboração, assistência e esclarecimentos durante a condução do experimento.

Ao professor Dr. Sergio Luiz Rodrigues Donato e Aloísio, pelo auxílio nas mensurações fisiológicas.

Ao amigo Junio Batista, pela ajuda, apoio e colaborações.

Ao amigo Sidney Velloso, pelo apoio e contribuição profissional.

Ao amigo Aridiano Deus, pelos conselhos e cooperação para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos Josimar, Jailson e Álefe pela recepção assim que cheguei em Viçosa.

Aos amigos de república: Elias, Aridiano, Rafael, Diego e Nicolás, pelos conselhos e momentos de descontração.

Aos amigos, Tacísio, Tibério, Jorge, Téó, Dilei, Luciano, Bosco, Moisés, Antônio, Clemilton, Dimas, Paulo, pela ajuda durante a instalação e condução do experimento.

Aos estagiários: Leonardo, Alessandra, Islane, Wendel, Cintia, Gislane, Milena e Marcelo pelas inúmeras contribuições para realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas da pós-graduação e do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, Marcel, Reginaldo, Igor, Felipe, Micael, Flávio, Luan Peroni, Jefferson, Cássio, Edcássio, Laura, Laise, Antonio João (Bala), José Darlon e Hugo Santos pelos momentos de descontração e apoio.

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

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

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa, pela oportunidade de realização do experimento.

de Senhor do Bonfim, em Senhor do Bonfim, BA, concluído em novembro de 2008.

Em agosto de 2009, ingressou no Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, BA, concluído em novembro de 2014. Durante a graduação, foi bolsista PIBIC/CNPq por dois anos consecutivos. Realizou estágio por um ano na EMBRAPA – Mandioca e Fruticultura, na área de irrigação, com ênfase em fertirrigação de banana.

No ano de 2012 foi bolsista pelo programa Mobilidade Estudantil pela Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES), como aluno da Universidade Federal de Viçosa, onde desenvolveu estágio no Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Dripada (GESAD).

No período de junho 2013 a junho 2014, foi bolsista pelo programa Ciência Sem Fronteiras, como aluno da École Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques de Bordeaux-Mérignac, Bordeaux – França.

Em março de 2015, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, com área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de dissertação em dezembro de 2017.

BIOGRAFIA

DIONEI LIMA SANTOS, filho de João Rios dos Santos e Marilene Alves de Lima Santos, nasceu em Feira de Santana, BA, em 04 de agosto de 1990.

Em fevereiro de 2006, ingressou no Curso Integrado em Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária da Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim, em Senhor do Bonfim, BA, concluindo-o em novembro de 2008.

Em agosto de 2009, ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, BA, concluindo-o em novembro de 2014. Durante a graduação, foi bolsista PIBIC/CNPq por dois anos consecutivos. Realizou estágio por um ano na EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, na área de irrigação, com ênfase em fertirrigação de bananeira.

No ano de 2012 foi bolsista pelo programa Mobilidade Estudantil pela Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES), como aluno da Universidade Federal de Viçosa, onde desenvolveu estágio no Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Irrigada (GESAI).

No período de junho 2013 a junho 2014, foi bolsista pelo programa Ciência Sem Fronteiras, como aluno da École Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques de Bordeaux Aquitaine, Bordeaux – França.

Em março de 2015, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, com área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A cultura do mamoeiro	3
2.2. Mamoeiro irrigado.....	4
2.3 Secamento parcial da zona radicular – Partial root zone drying (PRD).....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
CAPÍTULO 1	12
CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DO SOLO E INDICADORES FISIOLÓGICOS DO MAMOEIRO CULTIVADO SOB SECAMENTO PARCIAL DA ZONA RADICULAR EM UMA CONDIÇÃO EDAFOCLIMÁTICA DO SEMIÁRIDO BAIANO.	12
RESUMO	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4. CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
CAPÍTULO 2	41
VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E EFICÊNCIA DO USO DE ÁGUA PELO MAMOEIRO SUBMETIDO AO SECAMENTO PARCIAL DA ZONA RADICULAR, EM UMA CONDIÇÃO EDAFOCLIMÁTICA DO SEMIÁRIDO BAIANO.....	41
RESUMO	42
1. INTRODUÇÃO.....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4. CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

RESUMO

SANTOS, Dionei Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Efeito do secamento parcial na zona radicular do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em uma condição edafoclimática do semiárido da Bahia.** Orientador: Rubens Alves de Oliveira.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da técnica do secamento parcial da zona radicular (PRD) sobre as características hídricas do solo, nas variáveis fisiológicas e de crescimento, produtividade e eficiência do uso de água do mamoeiro cultivar Tainung número 1 do grupo Formosa, cultivado em uma condição edafoclimática do semiárido baiano, em Bom Jesus da Lapa, BA. O experimento foi instalado e conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Baiano), *Campus* Bom Jesus da Lapa. O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados com nove tratamentos ou nove estratégias de manejos de irrigação (PRD 7 – redução de 50 e 35% da lâmina bruta (LB), com alternância de 7 dias; PRD 14 - redução de 50 e 35% da LB, com alternância de 14 dias; PRD 21 - redução de 50 e 35% da LB, com alternância de 21 dias; IF – irrigação fixa em um lado da planta com redução de 50 e 35% da LB durante todo ciclo e o controle IP – irrigação plena, ou seja, aplicação de 100% da LB). Na profundidade de 30 cm a água disponível no solo reduziu a níveis de 44% para frequência de alternância do lado irrigado de 7 dias, 50% para 14 dias e de 85% para 21 dias. A eficiência instantânea do uso de água (A/E) reduziu do horário das 8 para 14 horas nos tratamentos em PRD, IF e IP. A eficiência instantânea de uso da água (A/E) é maximizada no mês e no horário com menores temperaturas, nos tratamentos em PRD, IF e IP. Não houve diferenças significativas nas variáveis de crescimento com o aumento da frequência de alternância do lado irrigado. A técnica do secamento parcial da zona radicular associada ao déficit hídrico de 50 e 35% da LB não difere dos tratamentos com irrigação plena (IP - testemunha) e sem alternância do lado irrigado (IF) com redução de 50 e 35% LB, em termos de produtividade, peso médio de frutos e eficiência do uso da água. A estratégia de manejo de irrigação com alternância dos lados de irrigação a cada 7 e 21 dias, apresentou uma tendência de maiores rendimentos e eficiência do uso de água.

ABSTRACT

SANTOS, Dionei Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2017.
Effect of partial drying on the root zone of papaya (*Carica papaya* L.) in an edaphoclimatic condition of the semi-arid region of Bahia. Advisor: Rubens Alves de Oliveira.

The objective of this work was to evaluate the effects of the root zone partial drying technique (PRD) on the soil water characteristics, on the physiological and growth variables, productivity and water use efficiency of the Tainung number 1 papaya cultivar, cultivated in an edaphoclimatic condition of the semiarid Bahia state, in Bom Jesus da Lapa, BA. The experiment was installed and conducted in the experimental field of the Federal Institute of Education, Science and Technology (IF Baiano), *Campus* Bom Jesus da Lapa. The experiment was carried out in a randomized block design with nine treatments or nine strategies of irrigation management (PRD 7 - reduction of 50 and 35% of the gross lamina (LB), with alternation of 7 days, PRD 14 - reduction of 50 and 35% Of LB, with alternation of 14 days, PRD 21 - reduction of 50 and 35% of LB, with alternation of 21 days, IF - fixed irrigation on one side of the plant with reduction of 50 and 35% of LB throughout the cycle and IP control - full irrigation, that is, 100% LB application). At 30 cm depth the available soil water reduced to 44% for alternating frequency of the irrigated side of 7 days, 50% for 14 days and 85% for 21 days. The instantaneous efficiency of water use (A/E) reduced from 8 to 14 hours in PRD, IF and IP treatments. The instantaneous efficiency of water use (A/E) is maximized in the month and in the hour with lower temperatures, in the treatments in PRD, IF and IP. There were no significant differences in the growth variables with the increase of the alternating frequency of the irrigated side. The technique of partial drying of the root zone associated to the water deficit of 50 and 35% of the LB does not differ from the treatments with full irrigation (IP - control) and without alternation of the irrigated side (IF) with reduction of 50 and 35% LB, in Terms of productivity, average fruit weight and water use efficiency. The irrigation management strategy with alternation of irrigation sides every 7 and 21 days, showed a trend of higher yields and water use efficiency.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A água é um recurso natural de extrema importância para o desenvolvimento das civilizações e a preservação dos ecossistemas. A disponibilidade hídrica é considerada um componente fundamental para a existência de qualquer ser vivo e uma agricultura sustentável. A conservação dos recursos hídricos no Brasil tem sido uma prioridade em nível de governo, sendo que diversas medidas vêm sendo praticadas no país com apoio de órgãos das esferas federal, estadual e municipal. Entretanto, é necessário dar prioridade a ações que contribuam para o uso adequado de água pela agricultura irrigada.

A agricultura do Nordeste está sustentada na irrigação devido à ausência de chuva por longos períodos, que, por sua vez, contribuem para manutenção de um déficit hídrico anual contínuo, especialmente na região semiárida do estado da Bahia, que corresponde a uma área de 388.274 km², ou seja, 70% da área do estado se concentra 48% de sua população. O estado da Bahia dispõe de um potencial de área irrigável de 1,6 milhão de hectares, dos quais 252.452 ha (15,77%) já estão sendo utilizados pela agricultura irrigada. Dessa área, 57.187 ha são oriundos de projetos públicos e 195.265 ha de projetos da iniciativa privada (SEAGRI, 2014).

Nem sempre foi possível uma condição hídrica razoável em termos de qualidade e quantidade em algumas regiões, como é o caso da região Nordeste do Brasil, em especial, o semiárido, devido às suas características de elevadas taxas de evapotranspiração, baixos índices pluviométricos e sua formação geológica (COSTA et al., 2006; MELO et al., 2007, ALADOS et al., 2011). Em virtude dessas características edafoclimáticas, a agricultura no semiárido opera somente sob irrigação, principalmente, em propriedades ou empresas particulares, em projetos públicos de jurisdição federal ou em projetos de iniciativa do governo estadual, como o de Paulo Afonso, Ponto Novo, Tucano, Formoso, além de outros. Portanto, é necessário, para o semiárido, desenvolver ou adaptar métodos de manejo da água de irrigação que permitam a garantia da sustentabilidade dos sistemas produtivos e dos recursos hídricos disponíveis para irrigação.

O instituto meteorológico da Suíça aponta as regiões Norte e Nordeste como as chamadas “Climatic change hot spots”, isto é, zonas de respostas mais significativas às mudanças climáticas, sendo o maior impacto no nordeste com

perigo de aridização até 2100. Além do risco de aridização, alguns estudos mostram que a elevação da temperatura no cenário mais otimista de 1°C, poderá ocasionar aumento da evaporação e evapotranspiração devido a redução da umidade relativa que, por sua vez, associado a uma previsão de redução de 10% das precipitações atuais, proporcionará um aumento do déficit hídrico na região, podendo inviabilizar a produção de alimentos (EMBRAPA, 2011).

Esse cenário aponta para busca urgente de estratégias para redução dos efeitos negativos das atuais e futuras incertezas climáticas na agricultura irrigada do semiárido. A redução desses efeitos negativos é possível pela atuação dos aspectos relacionados à eficiência dos sistemas de irrigação e do manejo adequado da irrigação, com a diminuição do consumo de água das culturas dentro de padrões técnicos, com expectativa de economia de até 50% do dispêndio da mesma. Isso poderia manter a irrigação em períodos críticos sem prejuízos significativos, evitando, assim, reduções de área cultivada e migração dos agricultores para as cidades.

Uma das alternativas, com intuito de aumentar a eficiência do uso da água (EUA) pelas culturas, consiste na redução da evapotranspiração ou transpiração, para as quais metodologias vêm sendo utilizadas e estudadas, a exemplo da técnica do déficit hídrico regulado em diferentes fases de crescimento vegetativo (RDI) das culturas e a técnica do secamento parcial na zona radicular (*Partial root zone drying* - PRD).

Dentre as estratégias para o uso racional da água nos perímetros irrigados e em regiões onde há restrições de água, a técnica do secamento parcial na zona radicular vem sendo mencionada como uma alternativa aos métodos convencionais de manejo de irrigação (FAO, 2002). Essa técnica consiste em irrigar alternadamente lados diferentes de uma planta com frequências que dependerão das características físico-hídricas do solo, da cultura e do clima. No entanto, a definição dessa frequência de alternância do lado irrigado para as condições semiáridas em pomares de frutíferas, como é o caso do mamoeiro (*Carica papaya* L.), ainda é considerada um dos gargalos do conhecimento que envolve essa técnica.

Existem também lacunas no conhecimento científico em relação à redução de água disponível (umidade ou tensão crítica do solo) para emprego da técnica de secamento parcial das raízes, isto é, não foi observado efeito dos níveis de umidade ou tensão na frequência de alternância, existindo uma carência de conhecimento da

interação entre os níveis de potenciais ou umidade do solo e a redução da absorção de água na zona radicular ou na transpiração das folhas.

Dessa forma, levando em consideração os resultados positivos de algumas pesquisas e a existência dessas lacunas no conhecimento científico em relação à utilização da técnica do secamento na parcial zona radicular dos cultivos em áreas irrigadas, no presente trabalho objetivou-se estabelecer estratégias de manejo de irrigação, com o intuito de aumentar a eficiência do uso da água em pomares de mamoeiro, com base na redução da lâmina aplicada, sem prejuízos significativos no desenvolvimento e na produtividade da cultura, em uma condição edafoclimática do semiárido da Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do mamoeiro

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) pertence à família Caricacea, a qual possui 34 espécies distribuídas em cinco gêneros: *Horovitzia* (uma espécie), *Cylicomorpha* (duas espécies), *Jarilla* (três espécies), *Jaracatia* (sete espécies) e *Carica*. O gênero *Carica* possui duas sessões: *Carica*, com uma espécie (*Carica papaya*) e a *Vasconcellea*, formado por 20 espécies (BADILLO, 1993).

O mamoeiro é considerado uma planta perene herbácea, de caule verde, podendo chegar até oito metros de altura, com haste flexível, única e ereta, formando uma coroa de folhas grandes no seu ápice (SIMÃO, 1998). O mamoeiro é uma espécie considerada sexualmente polimórfica, ou seja, pode apresentar plantas femininas, masculinas e hermafroditas (MING et al., 2007). As flores do mamoeiro apresentam coloração branca ou amarela (SIMÃO, 1998). As principais variedades comerciais do mamoeiro podem ser ginodióicas, apresentando plantas hermafroditas e femininas, ou dióicas, com plantas masculinas e femininas (YU et al., 2008).

Dependendo das condições climáticas e agronômicas ao longo do cultivo, o mamoeiro inicia sua produção entre o oitavo e o décimo mês após o plantio das mudas em campo; já o desenvolvimento completo dos frutos tem duração de quatro a sete meses (CARVALHO, 1966). Segundo Manica et al. (2006) o fruto do mamoeiro é considerado uma baga, podendo variar em função do tipo de flor, geralmente com forma alongada, arredondada, esférica, elipsóide, cilíndrica, ovóide, sulcada ou

oblonga. Possui casca fina e lisa, com coloração verde, amarelo-claro ou alaranjado, com uma polpa variando de 2,5 a 5 cm de espessura, de coloração variando de amarelo a avermelhada.

Os frutos do mamoeiro são ricos em vitaminas A, C e do complexo B, sendo também fontes de sais minerais como ferro, cálcio e fósforo. De acordo com Chan (2009), além dos altos valores nutritivos, os frutos de mamoeiro possuem elevado teor de propriedades digestivas, sendo amplamente incorporado na dieta alimentar.

Segundo Cordeiro (2000) as condições climáticas ideais para o bom desenvolvimento vegetativo e uma excelente produtividade da cultura do mamoeiro são: umidade relativa entre 60 e 80% e temperatura média de 25 °C, com máxima de 33 °C e mínima de 21 °C.

A espécie *Carica papaya* é amplamente cultivada em países localizados em regiões subtropicais e tropicais em todo mundo, a exemplo, Índia, Brasil e Indonésia. De acordo com Evans et al. (2012), o mamão vem ganhando popularidade em todo o mundo, alcançando uma produção anual de 11,22 milhões de toneladas, ou seja, 15,36 % do total de frutas tropicais produzidas.

Segundo Trindade et al. (2000) no Brasil, os principais genótipos de mamoeiro cultivados são classificados em dois grupos, conforme o tipo de fruto: o grupo Formosa e o grupo Solo. Os frutos produzidos pelas cultivares pertencentes ao grupo Formosa são comercializados, principalmente, no mercado interno, enquanto os frutos das cultivares do grupo Solo são comercializados tanto no mercado interno, bem como no mercado externo.

2.2. Mamoeiro irrigado

O mamoeiro é considerado uma planta tolerante ao déficit hídrico; no entanto, para se ter um aumento na produtividade e em crescimento vegetativo, o mamoeiro necessita ser irrigado (KRUGERN e MOSTERT, 1999).

A necessidade hídrica do mamoeiro varia em função das condições climáticas locais, nas fases de desenvolvimento vegetativo da cultura e com a variedade cultivada (COELHO et al., 1999).

Nas condições edafoclimáticas da região Norte do estado do Espírito Santo, a curva da produtividade em função da lâmina de água aplicada em um pomar de mamoeiro, via sistema de irrigação por microaspersão, apresentou uma tendência

linear, alcançando o valor máximo de produtividade para a lâmina aplicada até 1,20 da evapotranspiração de referência, obtida pelo método do tanque classe A (SILVA, 1999).

Os coeficientes de cultura aproximados determinados pelo método inverso, isto é, partindo-se de produtividades obtidas para coeficientes de cultura pré-estabelecidos, para as condições dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano, que resultaram em maior produtividade física do mamoeiro da cultivar Sunrise Solo, foram de 0,31; 0,42; 0,52 e 0,84 para 0-30 dias após o plantio (DAP), 31- 60 DAP, 61-120 DAP e acima de 120 DAP, respectivamente. Esses valores também permitiram uma maior eficiência no uso de água (COELHO et al., 2010). Para a cultivar Tainung N°1, os coeficientes de cultura que resultaram em maior produtividade física do mamoeiro, associado a maior eficiência de uso de água, foram de 0,38; 0,51; 0,64 e 1,02 para 0-30 DAP, 31-60 DAP, 61-120 DAP e acima de 120 DAP, respectivamente, para uma precipitação anual variando de 1.332 mm a 1.423 mm (COELHO & SIMÕES, 2010).

Em um experimento com o mamoeiro do Grupo Formosa, nas condições climáticas do semiárido, em solo franco arenoso, Coelho et al. (2002) verificaram resposta positiva aos incrementos das lâminas de irrigação até 1,90 da evapotranspiração potencial da cultura, resultando em uma produtividade de 135 Mg ha⁻¹. Trabalhando com mamão Formosa, híbrido Know you Seed, Garcia et al. (2007) observaram que o peso médio do fruto, o número de frutos por planta e a produtividade variam linearmente de 0,65 a 0,89 kg fruto⁻¹, 2,76 a 5,99 e 4,69 a 38,98 Mg ha⁻¹, respectivamente, com o aumento dos níveis de irrigação.

Em condições edafoclimáticas do Ceará, Santos (2006), estudando o mamoeiro variedade Tainung N°1, constatou uma tendência linear positiva para a produtividade em função das lâminas de irrigação, onde o maior rendimento foi obtido com a lâmina de 150 % da evapotranspiração estimada com uso do método do tanque classe A. Em um trabalho conduzido por Espindola Neto et al. (2007), objetivando avaliar a resposta do mamoeiro Golden cultivado em diferentes lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura), aplicadas pelo sistema de gotejamento na região Norte do Espírito Santo, os autores observaram um aumento da produtividade, da massa média de frutos e do número total de frutos com o aumento da lâmina total de água aplicada.

2.3 Secamento parcial da zona radicular – Partial root zone drying (PRD)

O conceito da técnica PRD foi aplicado pela primeira vez nos Estados Unidos da América, por Grimes et al. (1968), em um cultivo de algodão irrigado por sulcos alternados. A partir desse estudo, outros pesquisadores passaram a trabalhar com essa técnica por meio da irrigação por gotejamento subsuperficial e superficial (SEPASKHAH et al., 1976; SAMADI e SEPASKHAH, 1984).

De acordo com o relatório apresentado pela Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, no ano de 2002, sobre as principais práticas utilizadas no manejo de áreas irrigadas com déficit, a técnica de irrigação por secamento parcial do sistema radicular é considerada uma alternativa de extrema importância para o enfrentamento da escassez hídrica em áreas irrigadas onde há restrições de água. Segundo Hutton (2004), a técnica PRD só tem sido praticada com êxito em regiões de baixa pluviosidade, onde a umidade do solo pode ser seguramente controlada por meio do manejo da irrigação.

A técnica PRD, ou irrigação lateralmente alternada, consiste na alternância do lado de irrigação na zona radicular, em que uma parte das raízes é irrigada, enquanto outra fica exposta ao secamento do solo (LIU et al., 2007). A teoria defendida é que o secamento do solo de um lado induz as raízes a produzirem ácido abscísico, que se transloca pelo eixo vascular até as folhas, provocando a redução da abertura estomática e, conseqüentemente, resultando em menor perda de água para a atmosfera (GOWING et al., 1990; DAVIES & ZHANG, 1991; DRY & LOVEYS, 1998).

De acordo com alguns estudos, teoricamente existem três alterações que podem ser ocasionadas nas plantas submetidas à técnica PRD: sinalização química das raízes para a parte aérea; redução ou modificação no crescimento da planta; e a prevenção do processo metabólico associado ao estresse hídrico (DAVIES et al., 2002; STOLL et al., 2000).

A frequência de alternância do secamento e umedecimento dos lados da zona radicular depende, principalmente, do tipo de solo no qual a planta está sendo cultivada e das exigências hídricas da cultura em estudo (KRIEDEMANN & GOODWIN, 2003). A estratégia do PRD simultaneamente ao déficit hídrico vem apresentando uma possibilidade de aumentar a eficiência do uso da água pelas

culturas irrigadas, mantendo-se a produtividade em patamares satisfatórios, mesmo com redução do crescimento vegetativo das culturas (DRY & LOVEYS, 1998).

Os efeitos da técnica PRD sobre as características fisiológicas e agronômicas foram estudados em árvores frutíferas bem como em culturas hortícolas. Esses trabalhos foram conduzidos tanto nas condições de campo, como em vaso em casa de vegetação. Estes incluem: pêra (KANG et al., 2003), uva (CHALMERS et al., 2004), milho (KANG et al., 2000; KANG et al., 1998), laranja de umbigo (TREEBY et al., 2007; DZIKITI et al., 2008), oliva (WAHBI et al., 2005) e tomate (ZEGBE-DOMÍNGUEZ et al., 2003). No Brasil, poucos estudos sobre essa técnica têm sido realizados especificamente para fruteiras, a exemplo da cultura da manga (SANTOS et al., 2015) e da cultura do limoeiro (SAMPAIO et al., 2013).

Além das mais variadas culturas estudadas, a técnica PRD vem sendo estudada nos mais variados sistemas de irrigação, por exemplo, via microaspersão na cultura do limoeiro (SAMPAIO et al., 2013), gotejamento superficial e subsuperficial (SEPASKHAH et al., 1976; SAMADI e SEPASKHAH, 1984) e por sulcos alternados no cultivo do algodoeiro (GRIMES et al., 1968).

Em um estudo realizado na região do Noroeste de Victoria, na Austrália, a partir de testes de campo com a técnica PRD em um pomar de uva cultivar Shiraz, durante quatro temporadas, Kriedemann & Goodwin (2003) verificaram um aumento da eficiência do uso de água para os tratamentos de PRD de 58, 65 e 50%. No Peru, Pousadas et al. (2008), trabalhando com alternância de lado irrigado a cada semana para tratamentos em PRD e com déficit hídrico convencional, em um cultivo de batatas, obtiveram resultados de eficiência de uso de água e de produção semelhantes, ambos com redução da lâmina aplicada de 50%.

Sadras (2009) analisando um grupo de dados relacionados à eficiência do uso de água para os métodos PRD, déficit hídrico e irrigação convencional, por meio de uma meta análise, o autor constatou que em 80% dos casos a EUA foi maior, variando em valores próximos dos 20%, com utilização do déficit. Já quando comparou a técnica de PRD com irrigação convencional, levando em consideração a mesma lâmina de água aplicada, observou uma superioridade de 5% na produção de frutos.

De maneira geral, as pesquisas direcionadas nos últimos anos à técnica PRD vêm tentando responder como e com que intensidade as respostas bioquímicas dessa técnica influenciam na produtividade de uma cultura. Além disso, busca-se também

saber por quanto tempo as raízes podem sobreviver e quais são os efeitos que serão causados nos diferentes órgãos da planta se o período de secagem e umedecimento for maior ou em menor frequência, com base nos intervalos de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALADOS, C. L.; PUIGDE FABREGAS, J.; MARTINEZ-FERNANDEZ, J. Ecological and socio-economical thresholds of land and plant-community degradation in semi-arid Mediterranean areas of southeastern Spain. **Journal of Arid Environments**, v. 75, n. 12, p.1368-1376, 2011.

ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2013. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html. Acesso em: Agosto 2015.

ARANTES, A. de M. **Trocas gasosas e predição do estado nutricional de bananeiras tipo Prata em região semiárida**. 2014. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (Tese Doutorado). Viçosa – MG.

BADILLO, V. M. Caricacea – Segundo Esquema. **Revista de La Facultad de Agronomía da la Univ. Central de Venezuela**. Maracay, 64p. 1993.

BOHM, W. **Methods of studing root systems**. New York: Springer Verlag, 1979. 190p.

CARVALHO, A. M. Polinização controlada das flores do mamoeiro. **O Agrônomo**. v. 18, n. 1/2, p. 9-11, 1966.

CHALMERS, Y.M.; KELLY, G.; KRISTIC, M.P. Partial rootzone drying of Vitisviniferacv ‘Shiraz’ winegrapes in a semi-arid climate. **Acta Horticulture**, n.664, p.133–138, 2004.

CHRISTOFIDIS, D. Recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, v.69/70, p.87-97. 2006.

COELHO, E.F.; SILVA, J.G.F. DA; ALVES, A.A.C.; Cruz, J.L. **Irrigação do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 8 p. 2003 (Circular Técnica, 54).

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, P.M. Partial Root Drying of Lemon under Semi-Arid Conditions in the North of Minas Gerais, Brazil. In: **XXVIII th IHC IS on Citrus, Bananas and Other Trop**. Fruits under Subtrop. Conditions, Lisboa, 2012.

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; LIMA, D. M. de. Crescimento e produtividade do mamoeiro cultivar Sunrise solo sob irrigação nos tabuleiros costeiros da Bahia. **Magistra**, v.22, p.96-102, 2010.

COSTA, A.M.B.; MELO, J.G.; SILVA, F.M. Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 20, n. 1, p. 67-82, 2006.

DAVIES, W. J., WILKINSON, S., LOVEYS, B. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. **New Phytologist**, n.153, p. 449-460, 2002.

DAVIES, W.J.; ZHANG, J.H. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.42, p.55-70, 1991.

DRY, P.R.; LOVEYS, B.R. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial root zone drying. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.4, p.140-148, 1998.

DZIKITI, S.; LEMEURE, R.; STEPPE, K. Partial Root Drying of Drip Irrigated Navel Orange Trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] under Semiarid Tropical Conditions, **Acta Horticulturae**. n. 792, ISHS, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Disponível:http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_193_762006134828.html. Acessado em 11/03/2011.

ESPÍNDULA NETO, D. **Resposta do mamoeiro a diferentes lâminas de irrigação, sistemas de microirrigação e manejo do solo utilizados na região norte do Espírito Santo**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 133f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EVANS, E. A., BALLEEN, F. H. An Overview of Global Papaya Production, Trade and Consumption. **Electronic Data Information Source (EDIS) FE981**. University of Florida, Gainesville, 2012.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Deficit irrigation practices*. Rome: FAO, 102 p., 2002. (WaterReports 22).

GARCIA, F. C. H.; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S. Níveis de irrigação no comportamento produtivo do mamoeiro Formosa na Chapada do Apodí, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 2, p.136-141, 2007.

GOWING, D.J.; DAVIES, W.J.; JONES, H.G. A positive root-sourced signal as an indicator of soil drying in apple, *Malus x domestica* Borkh. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1535-1540, 1990.

GRIMES, D.W., WALHOOD, V.T., DICKENS, W.L. Alternate-furrow irrigation for San Joaquin valley cotton. **California Agriculture**, n.22, p. 4-6, 1968.

KANG, S.Z., HU, X., JERIE, P., ZHANG, J.H. The effects of partial rootzone drying on root, trunk sap flow and water balance in an irrigated pear (*Pyrus communis*L.) orchard. **Journal of Hydrology**, n.280., p.192-206, 2003.

KANG, S., SHI, W., ZHANG, J. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. **Field Crops Research**, 67, p. 207-214, 2000.

KANG, S.; LIANG, Z.; HU, W., ZHANG, J. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. **Agricultural Water Management**, v. 38, p.69-76, 1998.

KASPAR, T. C.; EWING, R. P. Rootedge: software for measuring root length from desktop scanner images. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, p. 932-940, 1997.

KELLER, J., BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649 p.

KRIEDEMANN, P.E.; GOODWIN, I. **Regulated deficit irrigation and partial root zone drying**. Canberra: Land & Water Australia, 2003. 102p.(Irrigation insights, 4).

KRIEDEMANN, P. E.; GOODWIN, I. Regulated Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying, **Land & Water Australia**, Canberra, 2003.

KRUGER, J.A. E MOSTERT, P.G. **Irrigation. In The cultivation of papaya**. Ed.E.A. de Villiers pp. 50-59. ARC. LNR, South Africa. 1999.

LIU, F., SAVIC, S., JENSEN, C.R., SHAHNAZARI, A., JACOBSEN, S.E., STIKIC, R., Andersen, M.N. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. **Scientia Horticulturae**, n.111, p.128-132, 2007.

MANICA, I., MARTINS, D.S., VENTURA, J.A. **Mamão: Tecnologia de produção, pós-colheita, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 361p. 2006.

MELO, J.G.; MEDEIROS, A.B.; VASCONCELOS, M.B.; CASTRO, V.L.L. Aspectos hidrogeoquímicos e classes de água do aquífero cárstico jandaíra para irrigação, Baraúna, RN. **Águas Subterrâneas**, v.21, n.1, p.9-21, 2007.

MING, R.; YU, Q., MOORE, P.H. Sex determination in papaya. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, v.18, p.401- 408, 2007.

SADRAS, V. O. Does partial root-zone drying improve irrigation water productivity in the field? A meta-analysis. **Irrigation Science**, v. 27, p. 183-190, 2009.

SAMADI, A., SEPASKHAH, A.R. Effects of alternate furrow irrigation on yield and water use efficiency of dry beans. **Iran Agricultural Research**, n.3, p. 95-115, 1984.

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

SANTOS, M.R.; NEVES, B. R.; SILVA, B. L.; DONATO, S. L. R. Yield, Water Use Efficiency and Physiological Characteristic of "Tommy Atkins" Mango under Partial Rootzone Drying Irrigation System. **Journal of Water Resource and Protection**, v.7, p.1029-1037, 2015.

SEAGRI, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura do Estado da Bahia. Disponível em: www.seagri.ba.gov.br, acessado em 2014.

SEPASKHAH, A.R., SICHANI, S.A. Evaluation of subsurface irrigation spacings for bean production. **Canadian Agricultural Engineering**, n.18, p. 23-26, 1976.

SIMÃO, S. Mamoeiro. In: **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1:541-575p, 1998.

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

POSADAS, A.; ROJAS, G.; MÁLAGA, M.; MARES, V.; QUIROZ, R. A. **Partial root-zone drying: An alternative irrigation management to improve the water use efficiency of potato crops**. International Potato Center. P. O. Box. v. 1558, Lima 12, Peru. Produced by the CIP Communication and Public Awareness Department (CPAD). November 2008.

TREEBY, M. T.; HENRIOD, R. E.; BEVINGTON, K. B.; MILNE, D. J.; STOREY, R. Irrigation management and rootstock effects on navel orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] fruit quality. **Agricultural water management**. n. 91, p. 24-32. 2007.

TRINDADE, A.V.; OLIVEIRA, A.A.R.; NASCIMENTO, A.S.; OLIVEIRA, A.M.G.; RTZINGER, C.H.S.P.; BARBOSA, C.J.; COSTA, D.C.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H.P.; OLIVEIRA, J.R.P. **Mamão. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília: Embrapa, Frutas do Brasil 3. 77p. 2000.

WAHBI, S., WAKRIM, B., AGANCHICH, B., TAHI, H., SERRAJ, R. Effects of partial rootzone drying (PRD) on adult olive tree (*Olea europea*) in field conditions under arid climate. I. Physiological and agronomic responses. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.106, p. 289-301, 2005.

YU, Q., HOU, S.; FELTUS, F.A.; JONES, M.R.; MURRAY, J.E.; VEATCH, O., LEMKE, C.; SAW, J.H.; MOORE, R.C.; THIMMAPURAM, J., LIU, L., MOORE, P.H., ALAM, M., JIANG, J., PATERSON, A.H., MING, R. Low X/Y divergence in four pairs of papaya sex-linked genes. **The Plant Journal**, v. 53, p.124 -132, 2008.

ZEGBE-DOMIÍNGUEZ, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; LANG, A.; CLOTHIER B. E. Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in Petopride processing tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) **Scientia Horticulturae**, v. 98, p.505-510, 2003.

RESUMO

SANTOS, Dionei Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Características hídricas do solo e indicadores fisiológicos do mamoeiro cultivado sob secamento parcial da zona radicular em uma condição edafoclimática do semiárido baiano.** Orientador: Rubens Alves de Oliveira.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da técnica do secamento parcial da zona radicular (PRD) sobre as características hídricas do solo, bem como nas características fisiológicas do mamoeiro, cultivar Tainung número 1 do grupo Formosa, cultivado em uma condição edafoclimática do semiárido baiano, em Bom Jesus da Lapa, BA. O experimento foi instalado e conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Baiano), *Campus Bom Jesus da Lapa*. O experimento foi em blocos casualizados com nove tratamentos ou nove estratégias de manejos de irrigação (PRD 7 – redução de 50 e 35% da lâmina bruta (LB), com alternância de 7 dias; PRD 14 - redução de 50 e 35% da LB, com alternância de 14 dias; PRD 21 - redução de 50 e 35% da LB, com alternância de 21 dias; IF – irrigação fixa em um lado da planta com redução de 50 e 35% da LB durante todo ciclo e o controle IP – irrigação plena, ou seja, aplicação de 100% da LB. Na profundidade de 30 cm a água disponível no solo reduziu a níveis de 44% para frequência de alternância do lado irrigado de 7 dias, 50% para 14 dias e de 85% para 21 dias. A eficiência instantânea do uso de água (A/E) reduziu do horário de 8 para 14 horas nos tratamentos em PRD, IF e IP. A eficiência instantânea de uso da água (A/E) é maximizada no mês e no horário com menores temperaturas, nos tratamentos em PRD, IF e IP.

Palavras-chave: *Carica papaya* L.; secamento parcial da zona radicular; condutância estomática.

ABSTRACT

SANTOS, Dionei Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2017. **Soil water characteristics and physiological indicators of papaya cultivated under partial drying of the root zone, in an edaphoclimatic condition of the semi-arid Bahia.** Advisor: Rubens Alves de Oliveira.

The objective of this study was to evaluate the effects of the root zone partial drying (PRD) technique on soil water characteristics, as well as on the physiological characteristics of papaya cultivated in an edaphoclimatic condition of the Bahian semi-arid region, Bom Jesus da Lapa, BA. The experiment was installed and conducted in the experimental field of the Federal Institute of Education, Science and Technology (IF Baiano), Campus Bom Jesus da Lapa. The experiment was carried out in a randomized block design with nine treatments or nine strategies of irrigation management (PRD 7 - reduction of 50 and 35% of the gross lamina (LB), with alternation of 7 days, PRD 14 - reduction of 50 and 35% Of LB, with alternation of 14 days, PRD 21 - reduction of 50 and 35% of LB, with alternation of 21 days, IF - fixed irrigation on one side of the plant with reduction of 50 and 35% of LB during the whole cycle. In the depth of 30 cm the available water in the soil reduced to 44% levels for alternating frequency of the irrigated side of 7 days, 50% for 14 days and 85% for 21 days. The instantaneous efficiency of water use (A / E) reduced from 8 to 14 hours in PRD, IF and IP treatments. The instantaneous efficiency of water use (A/E) is maximized in the month and in the hour with lower temperatures, in the treatments in PRD, IF and IP.

Keywords: *Carica papaya* L; partial drying of the root zone; stomatal conductance.

1. INTRODUÇÃO

A poluição dos rios, lagos e aquíferos, a má gestão dos recursos hídricos e o aumento da utilização da água estão contribuindo significativamente com a escassez da água de boa qualidade do planeta (PETIT et al., 1999). Algumas previsões meteorológicas indicam que até o final do século XXI, ocorrerá aquecimento global com uma variação de 1,4 a 5,8 °C na temperatura do ar. Com isso, as ocorrências de eventos climáticos extremos com períodos de secas e altas temperaturas podem causar reduções significativas na produtividade das plantas de interesse agrônômico, principalmente na região Nordeste (FEDOROFF et al., 2010).

Desta forma, torna-se necessário o aumento da eficiência do uso da água pela agricultura irrigada, setor este responsável pelo consumo de cerca de 72% do consumo total de água doce (ANA, 2015). Uma das estratégias para maximizar o uso eficiente de água pelas culturas consiste na redução da evapotranspiração ou transpiração das plantas, para as quais metodologias vêm sendo utilizadas e estudadas, a exemplo da técnica do déficit hídrico regulado em diferentes fases de crescimento vegetativo (RDI) das culturas e a técnica do secamento parcial da zona radicular (PRD).

Segundo Stoll et al. (2000), além da importante economia de água pelas plantas cultivadas sob a técnica PRD, outra vantagem conferida ao manejo com déficit hídrico via secamento parcial da zona radicular, consiste na indução do crescimento de raízes secundárias devido às alterações bioquímicas na planta, que por sua vez, diminui a vulnerabilidade à seca (ZHANG & TARDIEU, 1996).

Diversos trabalhos foram realizados em diferentes locais (KRIEDEMANN & GOODWIN, 2003; SAMPAIO et al., 2010; SANTOS et al., 2015; SANTOS et al., 2016) com a técnica PRD, a qual consiste na alternância do lado de irrigação na zona radicular, ou seja, enquanto uma parte das raízes é irrigada, outra parte fica exposta ao secamento do solo (SAMPALIO et al., 2010).

De acordo com Santos et al. (2013), as condições climáticas e a disponibilidade hídrica do solo alteram as condições hídricas das plantas, a temperatura foliar e as trocas gasosas que influenciam o desenvolvimento, o crescimento e a produtividade. Santos et al. (2016) realizaram um estudo objetivando avaliar as características fisiológicas, estado nutricional e produtividade em lima ácida 'Tahiti' cultivada sob regime de irrigação em PRD. De posse dos resultados, os

autores verificaram que a fotossíntese, a transpiração, a condutância estomática, a concentração interna de CO₂ e a radiação fotossinteticamente ativa variaram com a época e o horário de mensuração.

Segundo Faria (2014), a fotossíntese e a transpiração da planta são reduzidas quando ocorre um decréscimo da umidade do solo em lados alternados, porém sem ocorrência de sintomas de estresse acentuado. Em um trabalho desenvolvido por Santos et al. (2013) em um pomar de mangueira 'Tommy Atkins', os autores verificaram que o déficit hídrico parcial ou total no solo ocasiona redução na transpiração, na taxa fotossintética e na condutância estomática das folhas. E o déficit hídrico parcial não induz alterações na concentração interna de CO₂ e na temperatura foliar.

Apesar desses estudos, existe uma carência de informações precisas em condições específicas de clima, solo e cultura, para disponibilização da técnica PRD aos produtores (SANTOS et al., 2016), principalmente no cultivo de algumas frutíferas na região semiárida, como é o caso do mamoeiro, que apresenta excelente potencial produtivo quando associado à irrigação.

O objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos da técnica do secamento parcial da zona radicular sobre o comportamento hídrico do solo, bem como nas características fisiológicas do mamoeiro cultivado nas condições edafoclimáticas do semiárido baiano, no município de Bom Jesus da Lapa, BA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido nas condições edafoclimáticas do município de Bom Jesus da Lapa – BA, no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Baiano), *Campus* Bom Jesus da Lapa (Figura 1 e 2), na microrregião do Médio São Francisco, a 13°15'34.84" de latitude sul, 43°32'56.36" de longitude oeste e 441 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen seu clima é Aw', ou seja, tropical subúmido, com chuvas de verão e inverno seco.



Figural. Localização da área experimental e do IF Baiano, *Campus Bom Jesus da Lapa* – BA

O material vegetal estudado foi o mamoeiro (*Carica papaya* L.), cultivar Tainung número 1 do grupo Formosa, transplantado no dia 21 de dezembro de 2015, no espaçamento de 3,8 m x 2,0 m.

Figura 2. Delineamento da área experimental (A), abertura dos sulcos para realização do plantio (B), e espaçamento recém-transplantado (C).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, com classe textural Franco Argilo Arenoso na camada de 0,0 a 0,20 m de profundidade. As características de textura de água de campo e saturação são as seguintes apresentadas na Tabela 1.



Figura 2. Demarcação da área experimental (A), abertura dos sulcos para realização do plantio (B), e mamoeiro recém-transplantado (C).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, com classe textural Franco Argilo Arenoso na camada de 0,0 a 0,40 m de profundidade. As características de retenção de água do solo e suas propriedades físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise físico-hídrica do solo da área experimental.

Camada (m)	Classificação granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade Volumétrica (cm ³ cm ⁻³)	
	AT	Silte	Argila	Potencial Matricial (kPa)	
				10	1500
0,00 - 0,20	545	156	299	0,28	0,19
0,20 - 0,40	547	133	320	0,3	0,18

AT = areia total

De posse desses valores das características físico-hídricas do solo da área experimental, foi elaborada uma curva de retenção de água no solo conforme o modelo proposto por Van Genuchten (1981) (Figura 3). Os parâmetros da equação de Van Genuchten ajustados com os dados da análise de solo foram: umidade de saturação = 0,3596 cm³/cm³; umidade residual = 0,1771 cm³/cm³, $\alpha = 0,46$; $m = 0,30$ e $n = 1,33$.

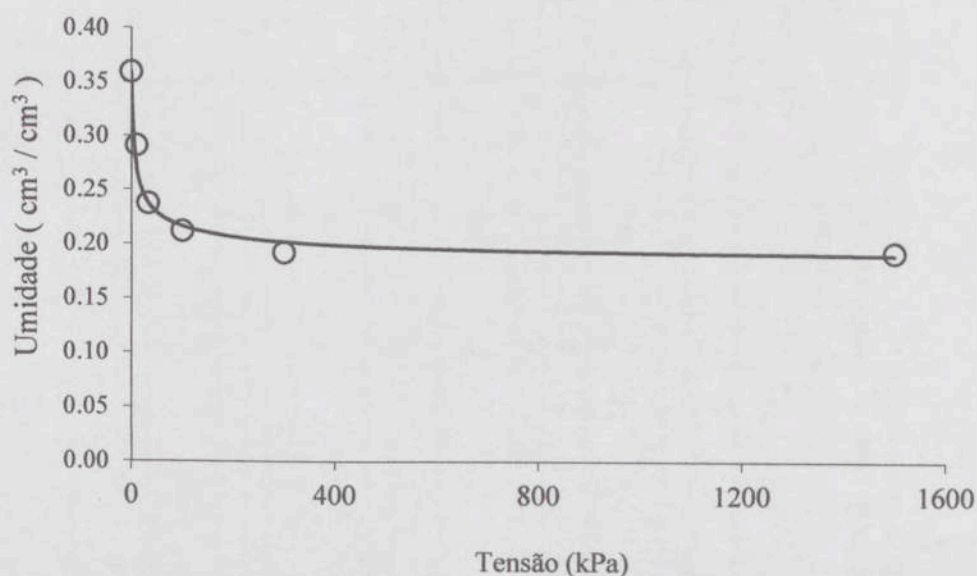


Figura 3. Curva de retenção de água no solo da área experimental, para a camada de 0,40 m de profundidade.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. As frequências de alternância do lado irrigado foram

0, 7, 14 e 21 dias, sendo que zero de frequência representa aplicação de água em apenas um lado da planta durante o ciclo da cultura. Cada parcela foi composta por sete plantas, sendo cinco plantas úteis, e entre as parcelas considerou-se uma planta como bordadura.

Os tratamentos foram baseados na porcentagem de redução da lâmina bruta (LB), aplicada apenas em um lado da planta, sendo: PRD 7 50% – alternância de 7 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB; PRD 7 35% – alternância de 7 dias em todo ciclo, com redução de 35% da LB; PRD 14 50% - alternância de 14 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB; PRD 14 35% - alternância de 14 dias em todo ciclo, com redução de 35% da LB; PRD 21 50% - alternância de 21 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB; PRD 21 35% - alternância de 21 dias em todo ciclo, com redução de 35% da LB; IF 50% – irrigação fixa em um lado da planta, com redução de 50% LB; IF 35% – irrigação fixa em um lado da planta, com redução de 35% LB e o controle IP – irrigação plena, ou seja, aplicação de 100% da LB durante todo o ciclo (Figura 4).



Figura 4. Layout da área experimental.

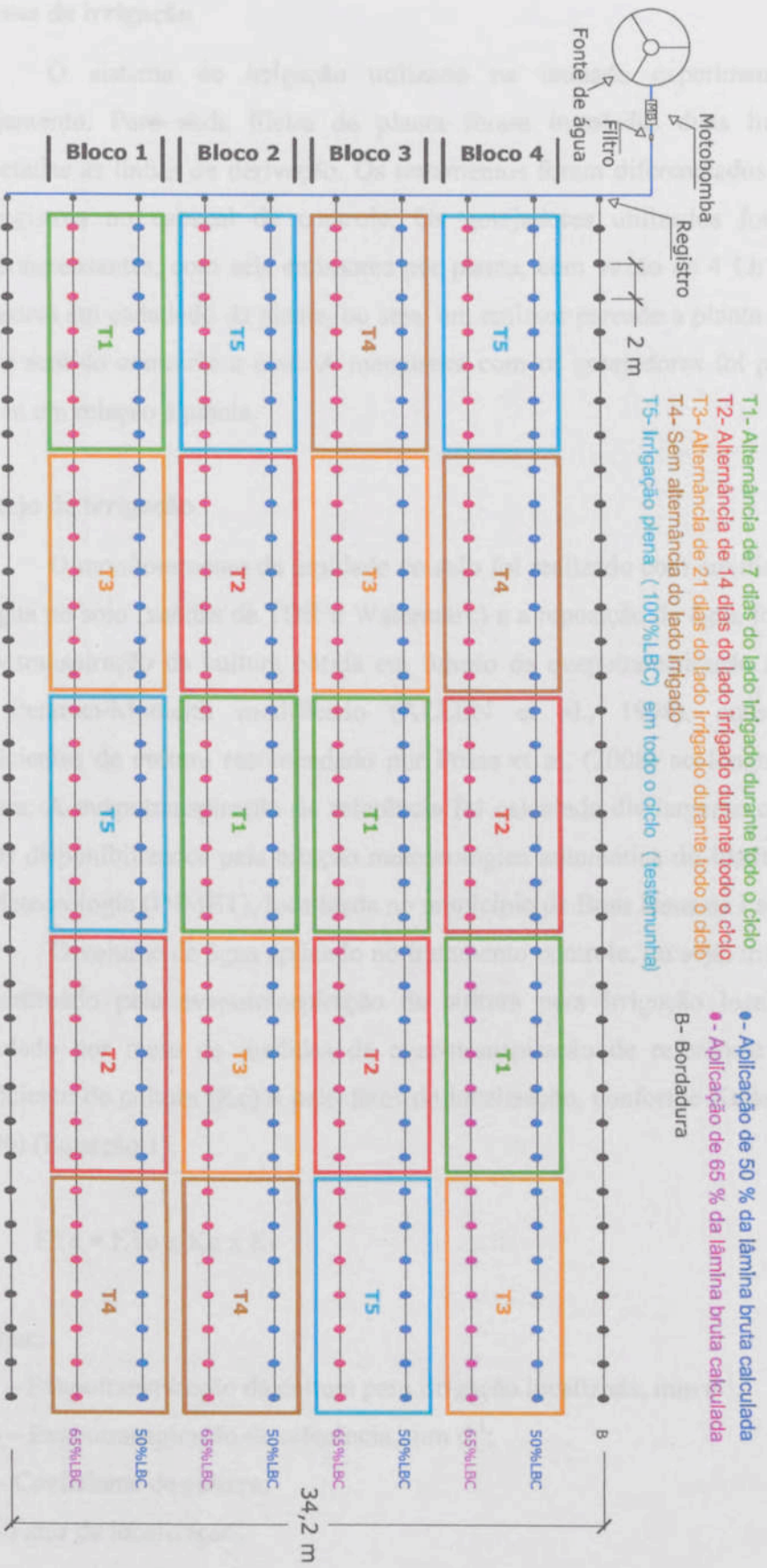


Figura 4. Croqui da área experimental.

Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado na unidade experimental foi por gotejamento. Para cada fileira de planta foram instaladas duas linhas laterais conectadas às linhas de derivação. Os tratamentos foram diferenciados com auxílio de registros no cabeçal de controle. Os gotejadores utilizados foram do tipo autocompensantes, com seis emissores por planta, com vazão de 4 Lh⁻¹, sendo três emissores em cada lado da planta, ou seja, um emissor pareado a planta e dois a 0,40 m em sentido contrário a esse. A mangueira com os gotejadores foi posicionada a 0,25 m em relação à planta.

Manejo da irrigação

O monitoramento da umidade do solo foi realizado com auxílio de sensores de água no solo (sondas de TDR e Watermark) e a reposição da água foi baseada na evapotranspiração da cultura obtida em função da evapotranspiração de referência por Penman-Monteith modificado (ALLEN et al., 1998), considerando os coeficientes de cultura recomendado por Posse et al. (2008) ao longo do ciclo da cultura. A evapotranspiração de referência foi calculada diariamente com base nos dados disponibilizados pela estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Bom Jesus da Lapa – BA.

O volume de água aplicado no tratamento controle, ou seja, irrigação plena, foi estimado pela evapotranspiração da cultura para irrigação localizada (ET_c) calculado por meio de medidas da evapotranspiração de referência (ET_o), pelo coeficiente de cultura (K_c) e pelo fator de localização, conforme Keller & Bliesner (1990) (Equação 1).

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

Em que:

ET_c – Evapotranspiração da cultura para irrigação localizada, mm d⁻¹;

ET_o – Evapotranspiração de referência, mm d⁻¹;

K_c – Coeficiente de cultura;

K_r – Fator de localização.

O fator de localização foi calculado conforme equação 2.

$$K_r = 0,10(PAS)^{0,5} \quad (2)$$

Em que:

K_r - Fator de localização;

PAS - Porcentagem de área sombreada.

A lâmina bruta e a intensidade de aplicação foram calculadas com base na equação 3 e 4.

a) Cálculo da lâmina bruta

$$LB = \frac{ET_c - P}{E_a} \quad (3)$$

Em que:

LB - Lâmina bruta, mm;

ET_c - Evapotranspiração da cultura para irrigação localizada, $mm\ d^{-1}$;

P - Precipitação pluvial, mm;

E_a - Eficiência de aplicação (90%).

b) Cálculo da intensidade de aplicação de água

$$I_a = \frac{N_g \times V_g}{A_p} \quad (4)$$

Em que:

I_a - Intensidade de aplicação de água, $mm\ h^{-1}$;

N_g - Número de gotejadores por planta;

V_g - Vazão de cada gotejador, Lh^{-1} ;

A_p - Área ocupada por planta, m^2 .

O tempo de irrigação foi calculado por meio da equação 5, na qual se considerou o volume de água a ser aplicado, o número de gotejadores por planta e a vazão de cada gotejador. O tempo de irrigação nos tratamentos de PRD e Irrigação Fixa com aplicação de 50 % da LB foi o mesmo da Irrigação Plena, pois nesses tratamentos havia apenas 3 gotejadores por planta efetivamente irrigando, enquanto que no tratamento com Irrigação Plena as plantas foram irrigadas utilizando 6 gotejadores. Nos tratamentos com aplicação de 65 % da LB, o tempo de irrigação foi sempre 15 % superior ao tempo da Irrigação Plena, já que nesses tratamentos irrigava-se apenas um lado da planta.

$$Ti = \frac{LB}{Ia} \quad (5)$$

Em que:

Ti – Tempo de irrigação, horas;

LB – Lâmina bruta, mm;

Ia – Intensidade de aplicação de água, mm h⁻¹.

Os valores mensais de temperatura, umidade relativa e o volume acumulado da LB e da precipitação pluvial estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Temperatura e umidade relativa, máxima e mínima, e valor mensal acumulado da LB e da precipitação pluvial durante os meses de condução do experimento em Bom Jesus da Lapa – BA, 2016.

Meses	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)		LB (mm)	Precipitação (mm)
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
Janeiro	37,00	21,00	98,00	41,00	0,00	350,00
Fevereiro	36,60	22,00	95,00	40,00	26,50	0,00
Março	37,60	21,60	98,00	35,00	54,00	0,00
Abril	38,00	20,60	90,00	31,00	50,71	0,00
Mai	37,10	18,20	93,00	30,00	85,85	0,00
Junho	37,50	16,50	92,00	27,00	89,35	2,00
Julho	35,80	16,60	91,00	25,00	92,48	0,00
Agosto	39,20	17,00	89,00	20,00	137,28	0,00
Setembro	39,60	18,80	99,00	18,00	157,31	0,00
Outubro	36,00	23,30	62,00	31,00	169,20	0,00
Novembro	38,00	20,20	98,00	23,00	43,32	101,00

Em alguns períodos, existia excesso de material suspenso na água fornecida do canal de irrigação. Por isso, foi instalado um filtro de discos na tubulação principal. Além do sistema de filtragem, a cada mudança do lado irrigado, os finais de linha das mangueiras com gotejadores foram abertos com o sistema de irrigação em funcionamento.

A adubação do mamoeiro foi realizada por meio de fertirrigações distribuídas quinzenalmente durante os meses de condução do experimento, utilizando a quantidade de 295 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Uréia), 50 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 320 kg ha⁻¹ de potássio (KCl), com base na análise química do solo (Tabela 4) e recomendações de Sanches et al. 1999.

Tabela 4. Análise química do solo da área experimental

Amostra	pH (H ₂ O)	mg/dm ³	cmol/dm ³ de solo					Soma de bases
		P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺	
1	6,3	6	0,46	7,5	1,4	0	1,6	9,4
2	6,8	1	0,14	5,3	1	0	1,3	6,4

Monitoramento da umidade do solo

Os regimes de secamento e umedecimento do solo nos diferentes tratamentos foram monitorados por meio da técnica de reflectometria de domínio no tempo (TDR), utilizando sondas TDR com haste de 0,10m de comprimento, confeccionadas no Laboratório de Irrigação e Fertirrigação da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, e por tensímetros de resistência elétrica – Watermark. As sondas TDR e os sensores Watermark foram instalados a 0,20 m da planta, em uma profundidade de 0,30 m. As leituras foram realizadas diariamente pela manhã, antes das irrigações a partir do mês de maio. Para efeito de análises considerou-se apenas as umidades coletadas nos mês de agosto e setembro.

Déficit de Pressão de Vapor

O Déficit de Pressão de Vapor (DPV) foi calculado a partir dos valores de temperatura do ar, utilizados para determinar a pressão de saturação de vapor de água no ar, conforme proposto por Tetens (1930) (Equação 6).

$$e_s = 0,6108 \cdot 10^{\frac{7,5T}{237,3+T}} \quad (6)$$

Em que:

e_s = pressão de saturação de vapor de água no ar (kPa);

T = temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$).

Em seguida, a partir da umidade relativa e da pressão de saturação de vapor de água no ar, determinou-se a pressão parcial de vapor de água no ar (Equação 7).

$$e_a = \frac{\text{UR} \times e_s}{100} \quad (7)$$

Em que:

e_a = pressão parcial de vapor de água (kPa);

UR = umidade relativa do ar (%).

A diferença entre a pressão de saturação e a pressão parcial de vapor de água no ar possibilitou o cálculo do déficit de pressão de vapor de água no ar, que é a medida da quantidade de vapor de água necessária para que o ambiente atinja o ponto de saturação (Equação 8).

$$\text{DPV} = (e_s - e_a) \quad (8)$$

Em que:

DPV = déficit de pressão de vapor de água no ar (kPa).

Variáveis fisiológicas

Objetivando avaliar os possíveis estresses fisiológicos causados às plantas em virtude das reduções das lâminas de irrigação aplicadas ao longo da fase vegetativa e reprodutiva do mamoeiro, foram realizadas mensurações das seguintes variáveis fisiológicas: Condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) [$\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{s}^{-1}$] e fotossíntese (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Essas mensurações foram realizadas com uso do porômetro AP4 da Delta-T, previamente calibrado, e um

analisador de gás IRGA (Figura 5) na nona folha a partir do ápice, já que essas folhas apresentavam maior uniformidade.



Figura 5. Mensurações fisiológicas com uso do IRGA.

As medidas fisiológicas com uso do IRGA foram realizadas em duas épocas (maio e outubro) correspondentes aos estádios fonológicos de crescimento vegetativo e de crescimento e produção de frutos e em dois horários ao longo do dia (08:00 e 14:00 horas), com seis repetições por tratamento.

Análises estatísticas

Os dados obtidos nas mensurações fisiológicas foram analisados conforme o modelo estatístico proposto no experimento (9 tratamentos, 2 épocas, 2 períodos com 6 repetições) num esquema fatorial. Esses dados foram submetidos ao programa estatístico R para análise de variância pelos testes F e de Tukey, a 5% de probabilidade. Já os dados obtidos de umidade do solo foram processados no software Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

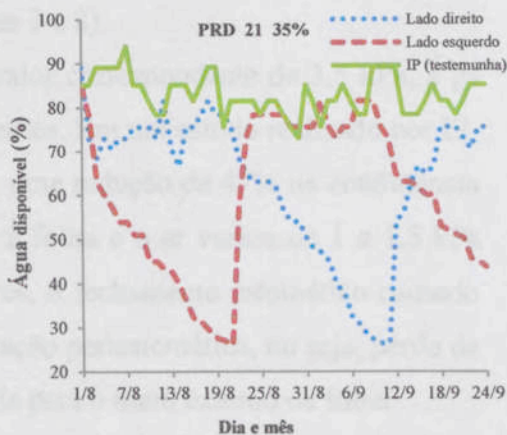
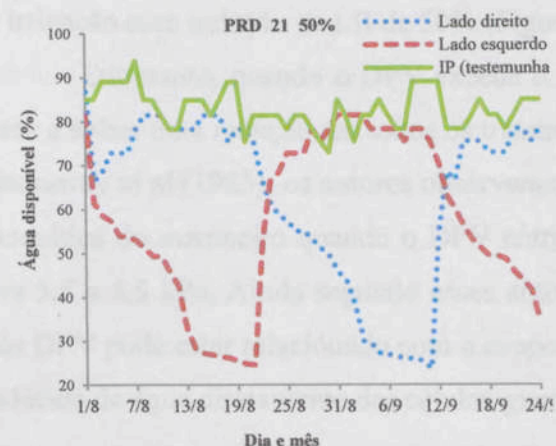
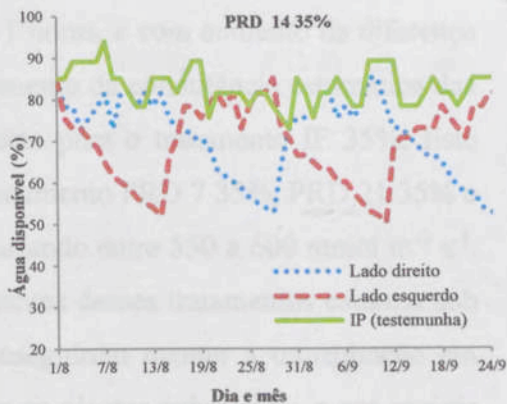
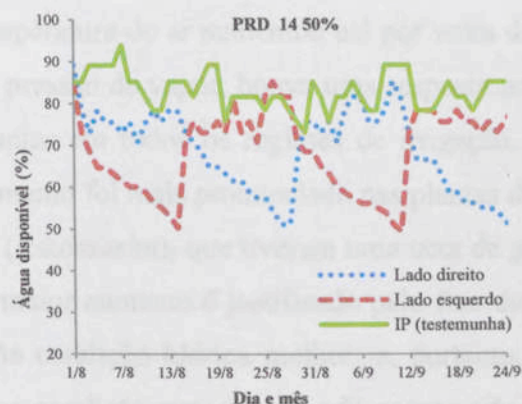
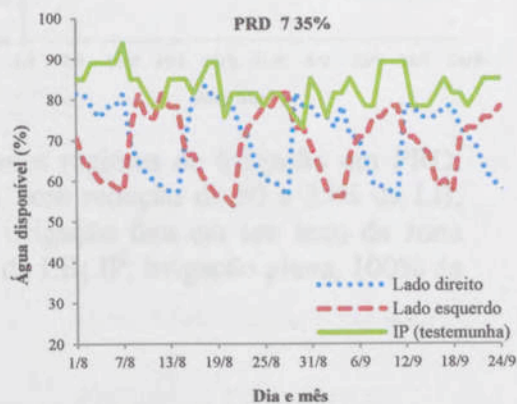
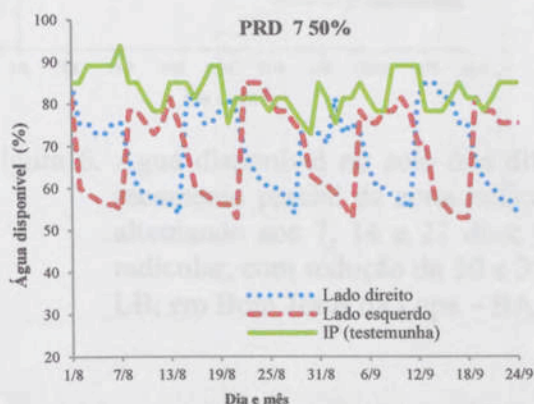
Devido à ausência de chuva durante oito meses do período de condução do experimento, a água disponível no solo na zona radicular, monitorada nos dois lados da planta, caracterizou o manejo da irrigação em PRD nos diferentes tratamentos estudados que são mostrados para o período de 01 de agosto a 24 de setembro (Figura 6). De maneira geral, os valores de umidade do solo ao longo do tempo variaram entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente nos tratamentos estudados.

No tratamento com PRD 7 50%, ou seja, alternância do lado irrigado do sistema radicular da planta a cada 7 dias, e redução de 50% da LB, foi suficiente para redução da água disponível do lado submetido ao secamento a valores próximos a 55%. Já no tratamento PRD 7 35%, em média, os valores de redução da água disponível foram de aproximadamente 56,5% (Figura 6). Em um estudo realizado por Coelho et al. (2007), nas condições edafoclimáticas do semiárido baiano, especificamente no município de Itaberaba, BA, trabalhando com a técnica PRD em um pomar de mangueira, os autores observaram que o intervalo de alternância do lado irrigado de 7 dias foi suficiente para redução da água disponível abaixo da capacidade de campo, sendo o intervalo em que parte das raízes de um lado da planta reduz significativamente a absorção de água e passa a restringir o processo transpiratório.

Os maiores valores de redução da água disponível no solo ao longo do período de condução do experimento foram verificados no tratamento PRD 21 com redução de 50 e 35% da LB, seguido do tratamento PRD 14 com redução de 50 e 35%, como já era esperado, devido ao maior tempo submetido ao secamento (Figura 6). A água disponível no solo no lado da planta submetido ao secamento, nos tratamentos com período de alternância de 21 e 14 dias, alcançou valores médios em torno de 25 e 50%, respectivamente. Trabalhando com a técnica PRD Zegbe-Domínguez et al. (2003) verificaram que o maior intervalo entre alternância do lado irrigado, associado a maior redução da lâmina de água resultaram em maiores e longos períodos de estresses hídricos do solo, afetando mais o desempenho das plantas.

Já no tratamento IF com reduções de 50 e 35% da LB, os valores de água disponível no solo do lado permanentemente irrigado permaneceram entre 60 e 80%

ao longo do período de condução do experimento. Em relação ao tratamento testemunha, IP, ou seja, irrigação nos dois lados da planta, a água disponível no solo permaneceu superior a 75%, alcançando valores máximos próximos a 95%.



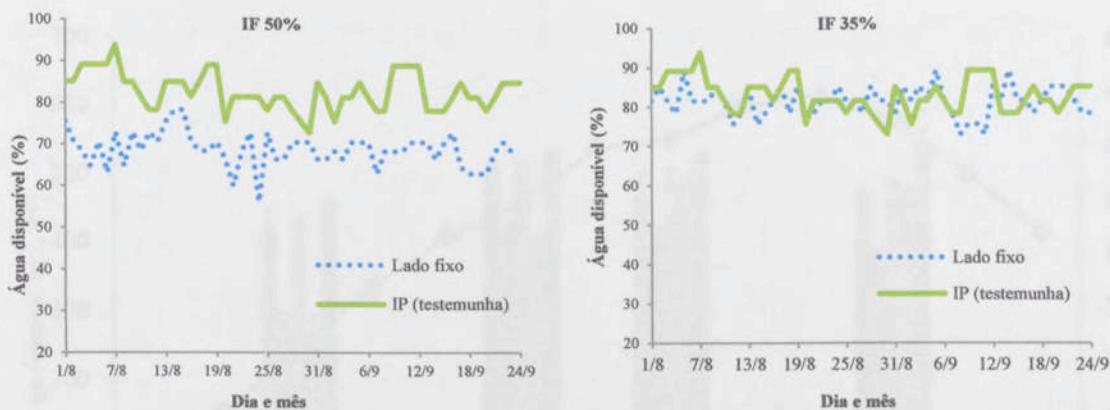


Figura 6. Água disponível no solo nos diferentes regimes de irrigação em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Observa-se que em todos os regimes de irrigação, à medida que a temperatura do ar aumentou até por volta das 11 horas, e com aumento da diferença de pressão de vapor, houve uma resposta no aumento da condutância estomática das plantas em todos os regimes de irrigação, exceto para o tratamento IF 35%. Este aumento foi mais pronunciado nas plantas do tratamento PRD 7 35%, PRD 21 35% e IP (testemunha), que tiveram uma taxa de gs variando entre 550 a 600 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O maior aumento é justificado pelo fato das plantas desses tratamentos estarem sob uma condição hídrica melhor, e, portanto, conseguirem manter a transpiração em uma condição superior quando comparado com as plantas submetidas a um regime de irrigação com redução da LB de 50% (Figuras 7 e 8).

Entretanto, quando o DPV excede o valor correspondente de 3,5 kPa, a gs passa a sofrer uma redução em todos os tratamentos. Em um estudo realizado por El-Sharkaway et al.(1985), os autores observaram uma redução de 47% na condutância estomática do mamoeiro quando o DPV entre a folha e o ar variou de 1 a 1,5 kPa para 3,5 a 4,5 kPa. Ainda segundo esses autores, o fechamento estomático causado pelo DPV pode estar relacionado com a evaporação periestomática, ou seja, perda da molécula de água diretamente das células-guarda para o meio externo da folha.

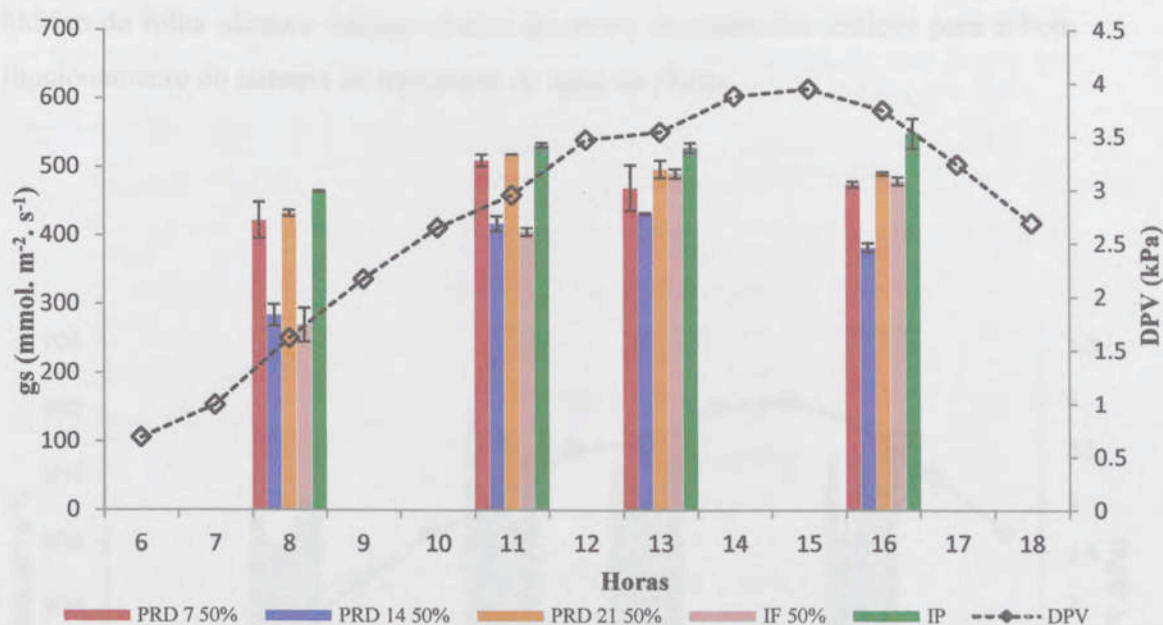


Figura 7. Déficit de pressão de vapor (DPV) e condutância estomática (gs) do mamoeiro nos diferentes regimes de irrigação em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, no dia 09 de setembro de 2016, em Bom Jesus da Lapa – BA.

No horário das 13 e 16 horas os tratamentos submetidos à técnica PRD e IF, com redução de 50 e 35% da LB, apresentaram valores de condutância estomática inferior ao tratamento IP (Figura 7 e 8). Clemente e Marler (1996) relataram que, quando as plantas estão sob limitação hídrica, o mamoeiro poderá responder mais bruscamente às mudanças de intensidade luminosa, ou seja, com reduções mais intensas na gs, principalmente logo após o meio-dia, fato este ocorrido no presente estudo. Colins et al. (2010), trabalhando com a técnica PRD em um pomar de videira, verificaram que essa técnica promoveu um aumento da sensibilidade dos estômatos das plantas ao DPV e, em consequência disso, maiores reduções na abertura estomática. Sampaio (2010) ao trabalhar com a técnica PRD em pomar de lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com cinco anos de idade, nas condições edafoclimáticas do semiárido baiano, observou que os horários entre 11 e 14 horas apresentaram-se como o período de maior diferença da gs entre os tratamentos submetidos ao déficit hídrico e o tratamento testemunha.

De acordo com Oren et al. (1999), nos horários mais quentes do dia a condutância estomática tende a diminuir como forma da planta evitar que o potencial

hídrico da folha alcance valores abaixo de níveis considerados críticos para o bom funcionamento do sistema de transporte de água na planta.

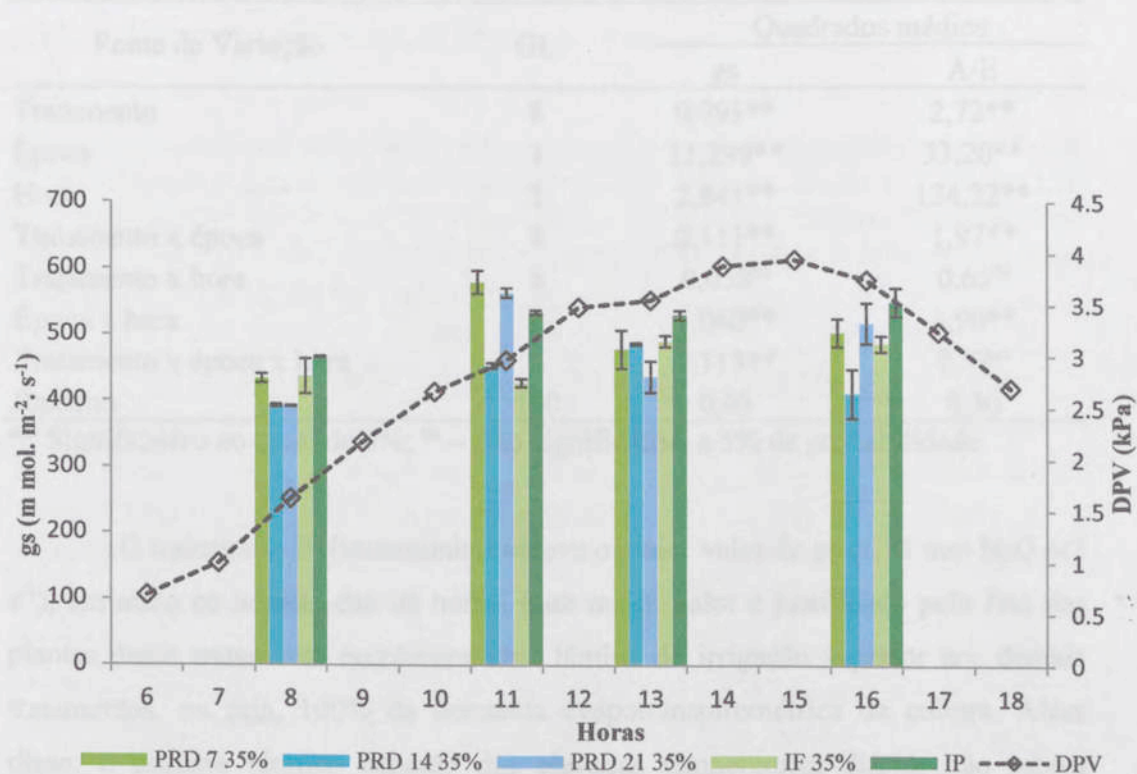


Figura 8. Déficit de pressão de vapor (DPV) e condutância estomática (gs) do mamoeiro nos diferentes regimes de irrigação em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, no dia 09 de setembro de 2016, em Bom Jesus da Lapa – BA.

De acordo com a Tabela 4, observou-se efeito significativo para as fontes de variação: tratamento, época, hora, e na interação dupla, tratamento x época e época x hora, bem como, na interação tripla (tratamento x época x hora) para a variável gs. Já para a variável eficiência instantânea do uso de água, houve efeito significativo nas seguintes fontes de variação: tratamento, época, hora, e na interação dupla, tratamento x época e época x hora.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da condutância estomática (gs) e eficiência instantânea do uso de água (A/E) do mamoeiro submetido à irrigação com secamento parcial da zona radicular, em duas épocas (maio e outubro) e dois horários (08 e 14 horas), em Bom Jesus da Lapa – BA.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		gs	A/E
Tratamento	8	0,093**	2,72**
Época	1	11,299**	33,20**
Hora	1	2,841**	124,22**
Tratamento x época	8	0,111**	1,97**
Tratamento x hora	8	0,058 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Época x hora	1	1,060**	3,90**
Tratamento x época x hora	8	0,113**	0,58 ^{ns}
Resíduo	180	0,03	0,36

** Significativo ao nível de 5%; ^{ns} – Não significativo a 5% de probabilidade

O tratamento IP (testemunha) obteve o maior valor de gs ($1,34 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), em maio no horário das 08 horas. Esse maior valor é justificado pelo fato das plantas desse tratamento receberem uma lâmina de irrigação superior aos demais tratamentos, ou seja, 100% da demanda evapotranspirométrica da cultura. Além disso, o estresse térmico oriundo das elevadas temperaturas diárias não estava atuando significativamente sobre as plantas nesse período, quando comparado com o mês de outubro.

As maiores reduções da gs ocorreram no mês de outubro às 14 horas no tratamento IF 50%, PRD 21 com redução de 50 e 35% da LB e PRD 14 50%. De acordo com Davies e Zhang (1991), a alternância de irrigação em parte do sistema radicular das plantas, induz o mecanismo de redução da perda de água por meio do fechamento estomático e, em consequência disso, menor gs. Lima et al. (2015) verificaram que para uma mesma tensão de água no solo, a técnica PRD induziu um maior fechamento estomático do mamoeiro comparado com os tratamentos sob irrigação com déficit controlado (RDI), devido à influência do lado não irrigado da zona radicular, em que o déficit hídrico induziu uma maior produção de ácido abscísico.

No horário das 08 horas no mês de maio, os tratamentos que apresentaram comportamento semelhante ao tratamento IP (testemunha), foram o PRD 7 50%, PRD 14 com redução de 50 e 35% da LB e o PRD 21 35%. Nesse mesmo período, levando em consideração os dois horários de avaliação, houve diferença significativa

entre as médias da gs para os tratamentos PRD 7 35%, PRD 14 50%, PRD 14 35% e no IP (Tabela 5), evidenciando assim, uma maior sensibilidade desses tratamentos em relação à diminuição da gs quando ocorre um aumento do DPV, pois às 8 horas o DPV era de aproximadamente 0,92 kPa; já às 14 horas, o DPV atingiu 2,15 kPa.

Tabela 5. Condutância estomática (gs), mol H₂O m⁻² s⁻¹, do mamoeiro cultivado em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em duas épocas, maio e outubro, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Tratamentos	Maio		Outubro	
	08:00	14:00	08:00	14:00
PRD 7 50%	0,98aA	0,69aA	0,38bcA	0,34aB
PRD 7 35%	0,91bcA	0,42aB	0,30cA	0,38aB
PRD 14 50%	1,27abA	0,69aB	0,32bcA	0,32abA
PRD 14 35%	1,17abcA	0,61aB	0,46abcA	0,36aA
PRD 21 50%	0,79cA	0,62aA	0,61aA	0,31abB
PRD 21 35%	0,93abcA	0,71aA	0,47abA	0,34abB
IF 50%	0,81cA	0,59aA	0,32bcA	0,23bA
IF 35%	0,86cA	0,76aA	0,45abcA	0,35aA
IP	1,34aA	0,64aB	0,40bcA	0,27abB

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha para uma mesma época, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em geral, as maiores reduções da gs em todos os tratamentos foram verificadas no mês de outubro, no horário das 14 horas. No mês de outubro, houve diferença significativa entre os dois horários das mensurações da gs para todos os tratamentos, exceto para os tratamentos PRD 14 e IF, com redução de 50 e 35% da LB. Essas reduções nesse período são justificadas pelo aumento significativo das temperaturas diárias, alcançando valores próximos a 40°C por volta das 13 horas da tarde, e pelo aumento do DPV, ou seja, às 8 horas o valor do DPV foi de 1,56 kPa; já às 14 horas chegou a 3,25 kPa. Segundo Maggioletto (1996), dependendo do nível de radiação que a folha recebe ao longo do dia, a temperatura do limbo foliar das plantas pode aumentar cerca de 4 a 5 °C acima da temperatura ambiente. Desta maneira, em situações de elevadas temperaturas, como foi o caso no mês de outubro

no presente estudo, o estresse térmico ocasionou reduções significativas nas trocas gasosas das plantas.

Considerando a disponibilidade hídrica dos tratamentos em PRD e IF comparado ao tratamento controle, não houve diferença significativa em relação à variável gs no horário das 14 horas no mês de maio. Apesar de serem culturas diferentes e com respostas diferentes em relação ao déficit hídrico, Kang et al. (2001) ao trabalharem com a técnica PRD no cultivo de pimenteira, com umidade de manejo de irrigação de 55 e 65% da água disponível, observaram que a taxa de fotossíntese líquida, medida entre 10 e 11 horas da manhã, foi afetada somente no manejo de 55% da água disponível; já a condutância estomática foi significativamente inferior à do tratamento controle em ambos os manejos.

A eficiência instantânea do uso de água pelas plantas pode ser expressa pela relação entre a taxa de assimilação de CO₂ pela fotossíntese (A) e a taxa de água perdida pela transpiração (E) (SYVERTSEN et al., 2010; BACON, 2004). A média da eficiência instantânea do uso de água (A/E) foi maior às 8 horas em maio em todos os tratamentos, com destaque para IP e PRD 14 35% (Tabela 6), possivelmente pelas condições microclimáticas, ou seja, menor temperatura e, em consequência disso menor DPV (0,92 kPa), e pelo fato que nesse período as plantas encontravam-se em pleno desenvolvimento vegetativo. Levando em consideração os valores absolutos da eficiência instantânea do uso de água (A/E) pelo mamoeiro apresentados na Tabela 6, de maneira geral, observa-se uma tendência na redução da A/E do horário das 08 para as 14 horas, nas duas épocas estudadas.

Tabela 6. Eficiência instantânea do uso de água (A/E), $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$, do mamoeiro cultivado em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em duas épocas, maio e outubro, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Tratamentos	Maio		Outubro	
	08:00	14:00	08:00	14:00
PRD 7 50%	3,62bA	1,86bB	3,16aA	1,54aA
PRD 7 35%	3,57bA	1,89abB	2,78aA	1,44abA
PRD 14 50%	3,66bA	1,97abB	2,27aA	1,34abB
PRD 14 35%	4,19abA	2,12abB	2,52aA	1,26abB
PRD 21 50%	2,96bA	1,64bB	2,68aA	1,17bB
PRD 21 35%	3,23bA	1,76bA	2,52aA	1,42abB
IF 50%	2,82bA	1,55bB	2,53aA	1,29abB

IF 35%	3,27bA	1,71bB	2,43aA	1,49aB
IP	5,82aA	2,58aB	2,80aA	1,50aB

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha para uma mesma época, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Essa diminuição da A/E está diretamente associada ao aumento da temperatura foliar às 14 horas, ocasionado pelo excesso de radiação luminosa nesse período, pois à medida que a temperatura foliar aumenta, ocorre uma redução da abertura dos estômatos do mamoeiro e, em consequência disso, menor realização fotossintética pela planta. Torres-Netto (2002) observou que quando a temperatura do ar aumentou de 20 para 40°C, a taxa fotossintética do mamoeiro reduziu de 20 para $5\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

De acordo com Medina et al. (2005), a temperatura do ar afeta o comportamento da abertura e do fechamento estomático e, conseqüentemente, a entrada de CO₂ e as reações bioquímicas da fotossíntese. Ainda segundo esses autores, quando a temperatura do ar alcança valores acima de 30°C, como registrados no presente estudo, ocorre queda na fotossíntese, pois as reações da fotossíntese têm um coeficiente de temperatura (Q₁₀) de aproximadamente 2 entre 12 e 30 °C.

Com base na Tabela 6, observa-se que a média de A/E para o tratamento IP só não difere do tratamento PRD 14 35% no horário das 8 horas no mês de maio. Já nessa mesma época e no horário das 14 horas, o tratamento IP apresenta diferença significativa em relação ao tratamento PRD 7 50%, PRD 21 com redução de 50 e 35% da LB e IF com redução de 50 e 35% da LB. Em outubro, o tratamento IP só difere do tratamento PRD 21 50% às 14 horas. Desta forma, pressupõe-se que em termos práticos, a alternância do lado irrigado de 7 dias é mais segura, já que os tratamentos em regimes de estresse hídrico diferiram mais para o IF e para PRD 21 dias.

Os menores valores de eficiência instantânea do uso de água ocorreram em outubro no horário das 14 horas, no tratamento PRD 21 50%, ou seja, o tratamento que foi submetido ao maior déficit hídrico. Essa redução é justificada pelo fato de que plantas de mamoeiro, submetidas à limitação hídrica no sistema radicular sofre redução da fotossíntese e da transpiração (REIS et al., 2004). De acordo com Nobel (1999), as primeiras respostas das plantas submetidas ao déficit hídrico estão

diretamente relacionadas à redução da transpiração, por meio da diminuição na abertura dos estômatos, e na assimilação fotossintética do carbono.

Observa-se que a eficiência instantânea de uso de água do mamoeiro é maximizada no mês e no horário com menores temperaturas diárias (Tabela 6). Santos et al. (2016) trabalhando com a técnica PRD em um pomar de lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia*), com cinco anos de idade, nas condições edafoclimáticas do norte de Minas Gerais, verificaram que a eficiência instantânea de uso da água (A/E) também foi maximizada nos meses e horas dos dias com menores temperaturas.

4. CONCLUSÕES

- Na profundidade de 30 cm a água disponível no solo reduziu a níveis de 44% para frequência de alternância do lado irrigado de 7 dias, 50% para 14 dias e de 85% para 21 dias.
- A eficiência instantânea do uso de água (A/E) reduziu do horário de 8 para 14 horas nos tratamentos em PRD, IF e IP.
- A eficiência instantânea de uso da água (A/E) é maximizada no mês e no horário com menores temperaturas, nos tratamentos em PRD, IF e IP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and drainage, 56).
- ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2013**. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html. Acesso em: Agosto 2015.
- BACON, M. Water use efficiency in plant biology. In: Bacon, M.A., ed. **Water Use Efficiency in Plant Biology**. Blackwell Publishing, UK. 1-26 p, 2004.
- COELHO, E. F.; SANTANA, J. A. do VALE.; COELHO FILHO, M. A.; VEIMROBER JUNIOR, L. A. A. Umidade do Solo sob Manejo de Irrigação pelo Molhamento Parcial do Sistema Radicular. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31, 2007. Gramado. **Anais e Rio Grande do Sul, 2007**. 4p.
- CLEMENTE H.S., MARLER T.E. Drought stress influences gas-exchange responses of papaya leaves to rapid changes in irradiance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.12, p.292-295. 1996.
- DAVIES, W.J.; ZHANG, J. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42. p. 55 – 70, 1991.
- EL-SHARKAWY, M.A.; COCK, M.J.H.; HERNANDEZ, A.D.P. Stomatal response to air humidity and its relation to stomatal density in a wide range of warm climate species. **Photosynthesis Research**, v. 7, p.137-149, 1985.
- KRIEDEMANN, P. E.; GOODWIN, I. **Regulated Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying**. Irrigation Insights N. 3. Land & Water Australia, Canberra. 2003.
- FARIA, L. N. **Manejo da irrigação na indução floral e na fase produtiva da mangueira 'Tommy Atkins' em condições semiáridas**. 2014. 90 f. Tese (Doutorado em Irrigação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- FEDOROFF, N.V., BATTISTI, D.S., BEACHY R.N., COOPER, P.J.M., FISCHHOFF, D.A., HODGES, C.N., KANUF, V.C., LOBELL, D., MAZUR, B.J., MOLDEN, D., REYNOLDS, M.P., RONALD, P.C., ROSEGRAND, M.W., SANCHES, P.A., VONSHAK, A., ZHU, J. K. Radically rethinking agriculture for the 21st century. **Science** v.327, p.833–834, 2010.
- KANG, S.; ZHANG, L.; XIAOTAO, H.; LI, Z.; JERIE, P. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. **Scientia Horticulturae**, v.89, p. 257-267, 2001.

LIMA, R. S. N.; FIGUEIREDO, F. A. M. M.; MARTINS, A. O.; DEUS, B. C. S.; FERRAZ, T. M.; GOMES, M. M. A.; SOUSA, E. F.; GLENN, D. M.; CAMPOSTRINI, E. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity, and water-use efficiency of papaya. *Scientia Horticulturae*, v.183, p.13-22, 2015.

MAGGIOTO, S. R. (1996) **Estimativa da evapotranspiração de referência pelo uso da termometria ao infravermelho**. Piracicaba, SP: Esalq-USP, p.71, 1996.

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

OREN, R.; SPERRY, J.S.; KATUL, G.G.; PATAKI, D.E.; EWERS, B.E.; PHILLIPS, N.; SCHAFER, K.V.R. Survey and synthesis of intra- and interspecific variation in stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. *Plant, Cell and Environment*, v.22, n.12, p.1515-1526, 1999.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology**. San Diego: Academic Press, p. 540. Nostrand Reinhold, 652 p. 1990.

PETIT, J.R., JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; N.I. BARKOV, J.M.; BARNOLA, I.; BASILE, M.; BENDER, J.; CHAPPELLAZ, M.; DAVIS, G.; DELAYGUE, M.; DELMOTTE, V.M.; KOTLYAKOV, M.; LEGRAND, V.Y.; LIPENKOV, C.; LORJUS, L.; PEPIN, C.; RITZ, E.; SALTZMAN, AND M. STIEVENARD. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, p.429-436. 1999.

POSSE, R.P.; BERNADO, S.; SOUSA, E.F. de; GOTTARDO, R. D.; Evapotranspiração e coeficiente da cultura do mamoeiro. *Engenharia Agrícola*, v. 28, p.628-690, 2008.

REIS, F.O.; CAMPOSTRINI, E.; CHIQUIERI, T.B.; CASTRO, F.A.; TORRES-NETTO, A.; DOSSANTOS, A.M.; COSTA AZEVEDO, L.; GOMES, M.M.A.; DE SOUZA, M.A. Estresse hídrico em plantas de mamoeiro Golden: efeitos estomáticos e não estomáticos. *Annals of the XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Florianópolis, Brazil 2004.

REIS, F.O. **Trocas gasosas, eficiência fotoquímica e fluxo de seiva xilemática em mamoeiro do grupo 'Formosa' cultivado em condição de campo na região norte fluminense**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos do Goytacazes, Brazil, 2003.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R; COELHO, E. F.; ARANTES, A. M.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação lateralmente alternada em lima ácida 'Tahiti' na região norte de Minas Gerais. *Irriga*, p.71-88, 2016.

SANTOS, M. R.; NEVES, B. R.; SILVA, B. L.; DONATO, S. L. R. Yield, water use efficiency and physiological characteristic of "Tommy Atkins" mango under partial

rootzone drying irrigation system. **Journal of Water Resource and Protection**, v.7, p.1029-1037, 2015.

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

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A. Soil water distribution and extraction by 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) trees under different irrigation regimes. **Idesia**, Arica, Chile, v. 31, p. 7-16, 2013.

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

SAMPAIO, A. H. R. **Irrigação com déficit hídrico e eficiência do uso da água em lima ácida 'Tahiti' no semiárido baiano**. Cruz das Almas, BA:UFRB, 2010, 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA.

STIKIC, R.; POPOVIC, S.; SRDIC, M.; SAVIC, D.; JOVANOVIC, Z.; PROKIC, L.; SDRAVIKOVIC, J. Partial root drying (PRD): A new technique for growing plants that saves water and improves the quality of fruit. **Bulgarian Journal Plant Physiology**, p.164-171, 2003.

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

SYVERTSEN, J. P., MELGAR, J.C., GARCIA-SANCHES, F. Salinity tolerance and leaf water use efficiency in citrus. **International Society for Horticultural Science**, n.135, p.33-39, 2010.

TETENS, V.O. Über einige meteorologische begriffe, **Zeitschrift Geophysic**, Wurzburg, v. 6, p. 297-309, 1930.

TORRES-NETTO, A., CAMPOSTRINI, E., OLIVEIRA, J.G., YAMANISHI, O.K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. **Brazilian Journal of Plant Physiol**, n.14, p.203-10, 2002.

ZEGBE-DOMÍNGUEZ, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; LANG, A.; CLOTHIER B. E. Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in 'Petopride' processing tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) **Scientia Horticulturae**, v.98, p.505-510, 2003.

ZHANG, J.; TARDIEU, F. Relative contribution of apices and mature tissues to ABA synthesis in droughted maize root system. **Plant and Cell Physiology**. v.37, p.598-605, 1996.

RESUMO

SANTOS, Diogenes Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017.
Variáveis de crescimento, produtividade e eficiência do uso de água pelo mamoeiro submetido ao secamento parcial da zona radicular, em uma condição edafoclimática do semiárido baiano.

CAPÍTULO 2

Objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da técnica do secamento parcial da zona radicular (SPRZ) sobre as variáveis de crescimento, produtividade e eficiência do uso da água do mamoeiro cultivado em uma condição edafoclimática

VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E EFICÁCIA DO USO DE ÁGUA PELO MAMOEIRO SUBMETIDO AO SECAMENTO PARCIAL DA ZONA RADICULAR, EM UMA CONDIÇÃO EDAFOCLIMÁTICA DO SEMIÁRIDO BAIANO.

As estratégias de manejo de irrigação (PRD 7 - redução de 50 e 35% da Língua bruta (L.B.) com alternância de 7 dias, PRD 14 - redução de 50 e 35% da L.B. com alternância de 14 dias, PRD 21 - redução de 50 e 35% da L.B. com alternância de 21 dias, IF - irrigação plena em toda planta com redução de 50 e 35% da L.B. durante todo ciclo e o controle IF - irrigação plena, em cuja aplicação de 100% da L.B. Não houve diferenças significativas nas variáveis de crescimento com a técnica de secamento parcial da zona radicular em relação ao déficit hídrico de 50 e 35% da L.B. não diferiu dos tratamentos com irrigação plena (IF - secamento) e com alternância do lado irrigado (IF) com redução de 50 e 35% L.B. em termos de produtividade, peso médio de frutos e eficiência do uso de água. A estratégia de manejo de irrigação com alternância dos lados de irrigação a cada 7 e 21 dias, apresentou uma tendência de maiores rendimento e eficiência do uso de água.

Palavras-chave: *Cordia alliodora* L., manejo de irrigação, eficiência do uso de água.

RESUMO

SANTOS, Dionei Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Variáveis de crescimento, produtividade e eficiência do uso de água pelo mamoeiro submetido ao secamento parcial da zona radicular, em uma condição edafoclimática do semiárido baiano.** Orientador: Rubens Alves de Oliveira.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da técnica do secamento parcial da zona radicular (PRD) sobre as variáveis de crescimento, produtividade e eficiência do uso de água do mamoeiro cultivado em uma condição edafoclimática do semiárido baiano, em Bom Jesus da Lapa, BA. O experimento foi instalado e conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Baiano), *Campus Bom Jesus da Lapa*. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com nove tratamentos ou nove estratégias de manejos de irrigação (PRD 7 – redução de 50 e 35% da lâmina bruta (LB), com alternância de 7 dias; PRD 14 - redução de 50 e 35% da LB, com alternância de 14 dias; PRD 21 - redução de 50 e 35% da LB, com alternância de 21 dias; IF – irrigação fixa em um lado planta com redução de 50 e 35% da LB durante todo ciclo e o controle IP – irrigação plena, ou seja, aplicação de 100% da LB. Não houve diferenças significativas nas variáveis de crescimento com o aumento da frequência de alternância do lado irrigado. A técnica do secamento parcial da zona radicular associada ao déficit hídrico de 50 e 35% da LB não difere dos tratamentos com irrigação plena (IP - testemunha) e sem alternância do lado irrigado (IF) com redução de 50 e 35% LB, em termos de produtividade, peso médio de frutos e eficiência do uso da água. A estratégia de manejo de irrigação com alternância dos lados de irrigação a cada 7 e 21 dias, apresentou uma tendência de maiores rendimentos e eficiência do uso de água.

Palavras – chave: *Carica papaya* L.; manejo de irrigação; eficiência do uso da água.

SANTOS, Dionei Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2017. **Variables of growth, productivity and efficiency of water use by papaya subjected to partial drying of the root zone in an edaphoclimatic condition of the semi-arid Bahia.** Advisor: Rubens Alves de Oliveira.

The objective of this study was to evaluate the effects of the root zone partial drying (PRD) technique on the growth, productivity and efficiency of the use of papaya water cultivated in an edaphoclimatic condition of the Bahia semi-arid region of Bom Jesus da Lapa, BA. The experiment was installed and conducted in the experimental field of the Federal Institute of Education, Science and Technology (IF Baiano), *Campus Bom Jesus da Lapa, BA*. The experiment was carried out in a randomized block design with nine treatments or nine irrigation management strategies (PRD 7 - reduction of 50 and 35% of the gross lamina (LB), with alternation of 7 days; LB, with alternation of 14 days, PRD 21 - reduction of 50 and 35% of LB, with alternation of 21 days, IF - fixed irrigation on one side, plant with reduction of 50 and 35% of LB during the whole cycle and IP control - full irrigation, that is, 100% of LB application. There were no significant differences in the growth variables with the increase of the alternating frequency of the irrigated side. The technique of partial drying of the root zone associated to the water deficit of 50 and 35% of the LB does not differ from the treatments with full irrigation (IP - control) and without alternation of the irrigated side (IF) with reduction of 50 and 35% LB, in Terms of productivity, average fruit weight and water use efficiency. The irrigation management strategy with alternation of irrigation sides every 7 and 21 days, showed a trend of higher yields and water use efficiency.

Key words: *Carica papaya* L.; irrigation management; efficiency of water use.

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família *Caricacea*, o mamoeiro (*Carica papaya* L.), em regiões de clima tropical, é considerado uma espécie de grande importância econômica, com destaque na produção de frutos, os quais são consumidos tanto *in natura*, bem como em forma de doces, bebidas, geléias, fruta seca e cristalizada (FACCIOLA, 1990; VILLEGAS 1997).

O continente Asiático é o que produz a maior quantidade de frutos do mamoeiro, com cerca 55,5% da produção total, seguido pela América do Sul, com 23,0 %, e a África, com 13,16 % (FAOSTAT, 2012). O Brasil é o segundo maior produtor de mamão do mundo, com uma área cultivada de 31.989 ha e uma produtividade de 43,3 t ha⁻¹, o que resulta cerca de 13 % da produção total mundial (FAOSTAT, 2015).

De acordo com as características da cultura, o mamoeiro exige um adequado suprimento de água no solo, tanto na fase de crescimento vegetativo, bem como no período de produção. No entanto, nem sempre foi possível o suprimento de água em quantidade e qualidade razoável em algumas regiões, como é o caso da região do semiárido do Brasil, devido ao seu baixo índice pluviométrico e sua formação geológica (COSTA et al., 2006; MELO et al., 2007). Assim, o uso de estratégias de manejo da irrigação que vise o uso eficiente da água é de fundamental importância para produção sustentável das culturas no semiárido (SANTOS et al., 2014).

Dentre as estratégias do uso racional da água pela agricultura irrigada, a técnica do secamento parcial do sistema radicular (PRD) vem apresentando resultados promissores em região onde há restrição de água (FAO, 2002). Essa técnica baseia-se na alternância do lado de irrigação no sistema radicular, enquanto parte das raízes são irrigadas, outra parte é exposta ao secamento do solo (SAMPAIO et al., 2010). A técnica PRD, juntamente com o déficit hídrico, tem apontado a possibilidade de reduzir o consumo de água pelas culturas mantendo a produção em patamares satisfatórios, mesmo com alguns impactos no crescimento vegetativos das culturas.

A teoria defendida é que o lado do sistema radicular submetido ao secamento do solo induz as raízes a produzirem ácido abscísico, que se transloca pelo eixo vascular até as folhas, provocando a redução da abertura estomática e,

consequentemente, resultando em uma menor perda de água para a atmosfera (GOWING et al., 1990; DAVIES & ZHANG, 1991; DRY & LOVEYS, 1998).

As múltiplas disputas pelos recursos hídricos e o consumo elevado de água pelos projetos públicos e privados de irrigação, pressionam a agricultura irrigada a buscar estratégias ou metodologias de manejo de irrigação que permitam maior eficiência no uso da água (EUA). A eficiência do uso da água (EUA) consiste no aumento do crescimento ou da produção do produto colhido por unidade de água utilizada pelas culturas. Kirda et al. (2007), ao trabalharem com a técnica PRD em um pomar de tangerina, observaram uma maior EUA nos tratamentos submetidos ao déficit hídrico, e no primeiro e segundo ano de estudo, os resultados médios de EUA para o tratamento com irrigação plena foram 4,0 e 5,6 kg/m³ e para os tratamentos com déficit 9,0 e 15,0 kg/m³, respectivamente.

O objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos da técnica do secamento parcial da zona radicular sobre as variáveis de crescimento, produtividade e eficiência do uso de água pelo mamoeiro cultivado em uma condição edafoclimática do semiárido baiano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido nas condições edafoclimáticas do município de Bom Jesus da Lapa – BA, no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Baiano), *Campus Bom Jesus da Lapa* (Figura 1 e 2), na microrregião do Médio São Francisco, a 13°15'34.84" de latitude sul, 43°32'56.36" de longitude oeste e 441 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen seu clima é Aw', ou seja, tropical subúmido, com chuvas de verão e inverno seco.



Figura 1. Localização da área experimental e do IF Baiano, *Campus Bom Jesus da Lapa* – BA.

O material vegetal estudado foi o mamoeiro (*Carica papaya* L.), cultivar Tainung número 1 do grupo Formosa, transplantado no dia 21 de dezembro de 2015, no espaçamento de 3,8 m x 2,0 m.

Figura 2. Delineação da área experimental (A), algumas das áreas para realização do parcelamento (B) e mamoeiro recém transplantado (C).

O solo da área experimental foi classificado como latossolo Vermelho-Amarelo, tipo caxoeiro, material pouco argilo. Segundo a classificação do Sítio de Referência, as características de textura de água de saturação são apresentadas no Quadro 1.



Figura 2. Demarcação da área experimental (A), abertura dos sulcos para realização do plantio (B), e mamoeiro recém transplantado (C).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, com classe textural Franco Argilo Arenoso na camada de 0,0 a 0,40 m de profundidade. As características de retenção de água do solo e suas propriedades físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise físico-hídrica do solo da área experimental.

Camada (m)	Classificação granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade Volumétrica (cm ³ /cm ³)	
	AT	Silte	Argila	Potencial Matricial (kPa)	
				10	1500
0,00 - 0,20	545	156	299	0,28	0,19
0,20 - 0,40	547	133	320	0,3	0,18

AT = areia total

De posse dos valores das características físico-hídricas do solo da área experimental, foi elaborada uma curva de retenção de água no solo conforme o modelo proposto por Van Genuchten (1981) (Figura 3). Os parâmetros da equação de Van Genuchten ajustados com os dados da análise de solo foram: umidade de saturação = 0,3596 cm³/cm³; umidade residual = 0,1771 cm³/cm³, $\alpha = 0,46$; $m = 0,30$ e $n = 1,33$.

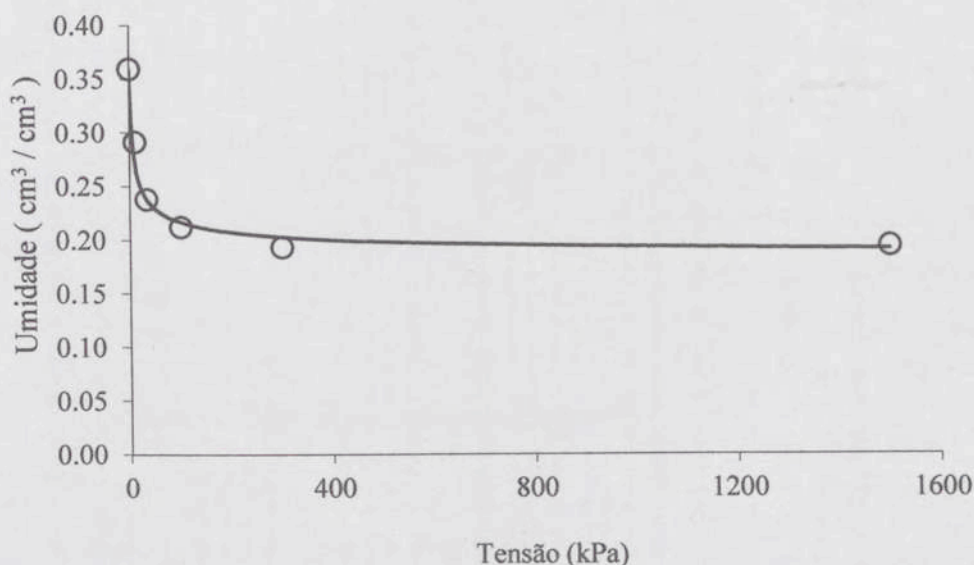


Figura 3. Curva de retenção de água no solo da área experimental, para a camada de 0,40 m de profundidade.

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. As frequências de alternância do lado irrigado foram 0, 7, 14 e 21 dias, sendo a frequência de alternância zero representa aplicação de água em apenas um lado da planta durante o ciclo da cultura. Cada parcela foi

composta por sete plantas, sendo cinco plantas úteis, e entre as parcelas considerou-se uma planta como bordadura.

Os tratamentos foram baseados na porcentagem de redução da lâmina bruta (LB), aplicada apenas em um lado da planta, sendo: PRD 7 50% – alternância de 7 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB; PRD 7 35% – alternância de 7 dias em todo ciclo, com redução de 35% da LB; PRD 14 50% - alternância de 14 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB; PRD 14 35% - alternância de 14 dias em todo ciclo, com redução de 35% da LB; PRD 21 50% - alternância de 21 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB; PRD 21 35% - alternância de 21 dias em todo ciclo, com redução de 35% da LB; IF 50% – irrigação fixa em um lado da planta com redução de 50% LB; IF 35% – irrigação fixa em um lado da planta com redução de 35% LB e o controle IP – irrigação plena, ou seja, aplicação de 100% da LB durante todo o ciclo (Figura 4).



Figura 4. Arranjo da área experimental.

Sistema de irrigação

O sistema de irrigação adotado na unidade experimental foi por gotejamento. Para cada fileira de planta, foram instaladas duas linhas laterais conectadas às linhas de derivação. Os tratamentos foram diferenciados com o auxílio de registros no cabeçal de controle. Os gotejadores utilizados foram do tipo autocompensantes, com seis emissores por planta, com vazão de 4 Lh^{-1} , sendo três emissores em cada lado da planta, ou seja, um emissor pareado a planta e dois a $0,40 \text{ m}$ em sentido contrário a esse. A mangueira com os gotejadores foi posicionada a $0,25 \text{ m}$ em relação à planta.

Manejo da irrigação

O manejo da irrigação do mamoeiro foi realizado com auxílio de sensores de água no solo (sondas de TDR e Watermark) e a reposição da água foi baseada na evapotranspiração da cultura, obtida em função da evapotranspiração de referência por Penman-Monteith modificado (ALLEN et al., 1998), considerando os coeficientes de cultura recomendado por Posse et al. (2008) ao longo do ciclo da cultura. A evapotranspiração de referência foi calculada diariamente com base nos dados disponibilizados pela estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Bom Jesus da Lapa – BA.

O volume de água aplicado no tratamento controle, ou seja, irrigação plena, foi estimado pela evapotranspiração da cultura para irrigação localizada (ETc) calculado por meio de medidas da evapotranspiração de referência (ETo), pelo coeficiente de cultura (Kc) e pelo fator de localização, conforme Keller & Bliesner (1990) (Equação 1).

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

Em que:

ETc – Evapotranspiração da cultura para irrigação localizada, mm d^{-1} ;

ETo – Evapotranspiração de referência, mm d^{-1} ;

Kc – Coeficiente de cultura;

Kr – Fator de localização.

O fator de localização foi calculado conforme equação 2.

$$K_r = 0,10(PAS)^{0,5} \quad (2)$$

Em que:

K_r - Fator de localização; e

PAS - Porcentagem de área sombreada.

A lâmina bruta e a intensidade de aplicação de água foram calculadas com base nas equações 3 e 4.

Cálculo da lâmina bruta

$$LB = \frac{ETc - P}{Ea} \quad (3)$$

Em que:

LB – Lâmina bruta, mm;

ETc - Evapotranspiração da cultura para irrigação localizada, mm d⁻¹;

P – Precipitação pluvial, mm;

Ea – Eficiência de aplicação, (90%).

Cálculo da intensidade de aplicação de água

$$Ia = \frac{Ng * Vg}{Ap} \quad (4)$$

Em que:

Ia – Intensidade de aplicação de água, mm h⁻¹;

Ng - Número de gotejadores por planta;

Vg - Vazão de cada gotejador, Lh⁻¹;

Ap – Área ocupada por planta, m².

Tempo de irrigação

O tempo de irrigação foi calculado por meio da equação 5, na qual se considerou o volume de água a ser aplicado, o número de gotejadores por planta e a vazão de cada gotejador. O tempo de irrigação nos tratamentos de PRD e Irrigação Fixa com aplicação de 50% da LB foi o mesmo da Irrigação Plena, pois nesses tratamentos havia apenas 3 gotejadores por planta efetivamente irrigando, enquanto que no tratamento com Irrigação Plena, as plantas foram irrigadas utilizando seis gotejadores. Nos tratamentos com aplicação de 65% da LB, o tempo de irrigação foi sempre 15% superior ao tempo da Irrigação Plena, já que nesses tratamentos irrigava-se apenas um lado da planta.

$$T_i = \frac{LB}{I_a} \quad (5)$$

Em que:

T_i – Tempo de irrigação em horas;

LB – Lâmina bruta, mm d⁻¹;

I_a – Intensidade de aplicação de água, mm h⁻¹.

Os valores mensais de temperatura, umidade relativa e o volume acumulado da LB e da precipitação pluvial estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Temperatura e umidade relativa, máxima e mínima, e valor mensal acumulado da LB e da precipitação pluvial durante os meses de condução do experimento em Bom Jesus da Lapa – BA, 2016.

Meses	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)		LB (mm)	Precipitação (mm)
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
Janeiro	37,00	21,00	98,00	41,00	0,00	350,00
Fevereiro	36,60	22,00	95,00	40,00	26,50	0,00
Março	37,60	21,60	98,00	35,00	54,00	0,00
Abril	38,00	20,60	90,00	31,00	50,71	0,00
Maiο	37,10	18,20	93,00	30,00	85,85	0,00
Junho	37,50	16,50	92,00	27,00	89,35	2,00
Julho	35,80	16,60	91,00	25,00	92,48	0,00
Agosto	39,20	17,00	89,00	20,00	137,28	0,00
Setembro	39,60	18,80	99,00	18,00	157,31	0,00
Outubro	36,00	23,30	62,00	31,00	169,20	0,00
Novembro	38,00	20,20	98,00	23,00	43,32	101,00

Em alguns períodos, existia excesso de material suspenso na água do canal de irrigação. Por isso, foi instalado um filtro de disco na tubulação principal. Além do sistema de filtragem, a cada mudança do lado irrigado, os finais de linha das mangueiras com gotejadores foram abertos com o sistema de irrigação em funcionamento.

A adubação do mamoeiro foi realizada por meio de fertirrigações distribuídas quinzenalmente durante os meses de condução do experimento, utilizando a quantidade de 295 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 50 kg ha⁻¹ de fósforo e 320 kg ha⁻¹ de potássio, com base na análise química do solo (Tabela 4) e recomendações conforme Sanches et al.(1999).

Tabela 4. Análise química do solo da área experimental

Amostra	pH (H ₂ O)	mg/dm ³	cmol/dm ³ de solo					
		P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺	Soma de bases
1	6,3	6	0,46	7,5	1,4	0	1,6	9,4
2	6,8	1	0,14	5,3	1	0	1,3	6,4

Monitoramento da umidade do solo

Os regimes de secamento ou umedecimento do solo nos diferentes tratamentos foram monitorados por meio da técnica de reflectometria de domínio no tempo (TDR), utilizando sondas TDR com haste de 0,10 m de comprimento, confeccionadas no Laboratório de Irrigação e Fertirrigação da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, e por tensímetros de resistência elétrica – Watermark. As sondas TDR e os sensores Watermark foram instalados a 0,20 m da planta, em uma profundidade de 0,30 m. As leituras foram realizadas diariamente pela manhã, antes das irrigações a partir do mês de maio. Para efeito de análises considerou-se apenas as umidades coletadas nos meses de agosto e setembro.

Medidas biométricas

Para obtenção das variáveis de crescimento, a partir do mês de março/2016 período em que as plantas estavam em pleno desenvolvimento vegetativo, até o mês de outubro/2016 época em que as plantas encontravam-se na fase de produção, foram realizadas mensalmente mensurações das seguintes variáveis biométricas: altura de planta, diâmetro do caule a 0,10 m do solo, número de folhas e o comprimento do lóbulo central da quinta folha a partir do ápice da planta (Figura 4). A área foliar unitária foi determinada conforme a equação 6, proposta por Alves & Santos (2002).

$$AF = 0,0947 \times L^{2,7352} \quad (6)$$

Em que:

AF – Área foliar, m²; e

L – Comprimento do lóbulo central, m.

A área foliar da planta foi estimada multiplicando-se a área foliar unitária pelo número total de folhas fotossinteticamente ativas.

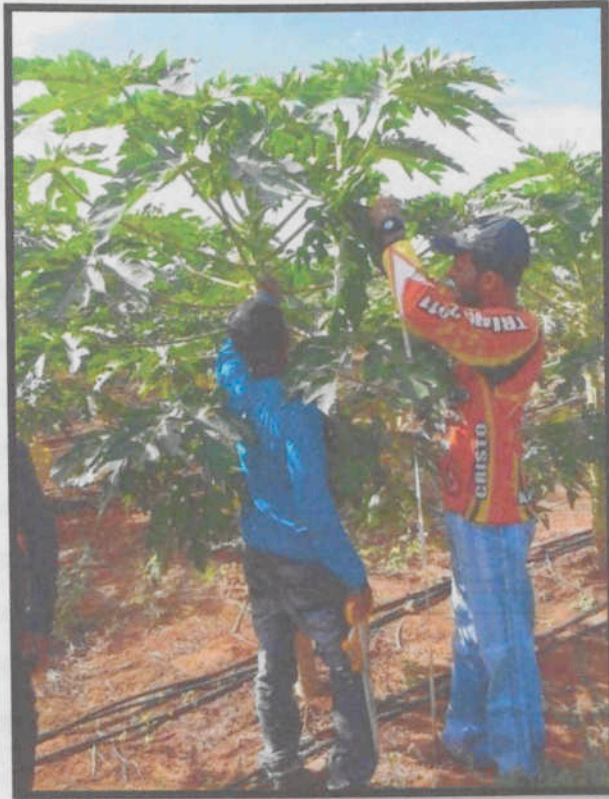


Figura 4. Mensurações das variáveis de crescimento do mamoeiro na área experimental.

Colheita

A primeira colheita foi realizada em agosto de 2016, após oito meses de cultivo. Os frutos foram colhidos semanalmente por meio de uma leve torção lateral, quando apresentavam menos de 15% da superfície da casca amarela, ou seja, no estágio I de maturação (MORAIS et al., 2007). A produtividade considerada para análise correspondeu ao período do início das colheitas até o final do mês de novembro de 2016.

Eficiência de uso de água

A eficiência de uso de água foi calculada em todos os tratamentos, considerando a produtividade total de frutos e a lâmina bruta aplicada por meio da irrigação, conforme a equação 7:

$$EUA = \frac{P}{LB} \quad (7)$$

Em que:

EUA – Eficiência do uso de água, $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$;

P – Produtividade, kg ha^{-1} ;

LB – Lâmina bruta, mm.

Análises estatísticas

Os dados de produtividade, peso médio de frutos e EUA foram submetidos ao programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011) de acordo com o modelo estatístico proposto no experimento (9 tratamentos e 4 repetições), para realização da análise de variância pelos testes F e de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. Já os dados obtidos nas avaliações biométricas foram analisados também conforme o modelo estatístico proposto no experimento, ou seja, 9 tratamentos, 5 épocas e 4 repetições. Os fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão e teste de médias para variáveis qualitativas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância referente à altura de plantas, diâmetro do caule e a área foliar do mamoeiro submetido aos diferentes regimes de irrigação, no período compreendido entre 80 e 240 dias após transplântio (DAT), estão apresentados na Tabela 5. As fontes de variação época e tratamento apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) nas variáveis altura de planta e área foliar. Já a variável diâmetro do caule foi influenciada ($p < 0,05$) pelas fontes de variação época e tratamento, bem como, na interação dupla, época x tratamento.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da altura, diâmetro do caule e da área foliar do mamoeiro submetido à irrigação com secamento parcial da zona radicular, irrigação com uma linha lateral e irrigação plena, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Altura	Diâmetro	Área foliar
Bloco	3	0,0365 ^{ns}	20,01481 ^{ns}	0,2337 ^{ns}
Época	4	11,03612**	3484,2138**	3,3396**
Resíduo 01	12	0,03408	5,28793	0,1234
Tratamento	8	0,1408**	27,2097**	0,2947**
Época x Tratamento	32	0,041 ^{ns}	18,8295**	0,0368 ^{ns}

Resíduo 02	120	0,0279	9,9333	0,0366
CV (%)		8,51	9,95	23,15

** Significativo ao nível de 5%; ^{ns} – Não significativo a 5% de probabilidade

Houve diferença significativa entre os tratamentos estudados para variável altura de plantas em três épocas avaliadas: 80, 190 e 240 DAT. Aos 80 DAT a maior altura de planta (1,72 m) foi identificada no tratamento PRD 14 50%, diferenciando-se dos demais tratamentos (Tabela 6). Na época 190 e 240 DAT, os maiores valores de altura de plantas foram observados nos tratamentos IP, PRD 7 com redução de 50 e 35% da LB, seguidos pelos tratamentos PRD 21 com redução de 50 e 35% da LB, diferenciando-se dos tratamentos PRD 14 e IF com reduções de 50 e 35% da LB, que atingiram os menores valores absolutos de altura de plantas.

Tabela 6. Altura (m) do mamoeiro cultivado em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado do sistema radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em diferentes épocas (dias após transplante - DAT), em Bom Jesus da Lapa - BA.

Tratamentos	Épocas				
	80 DAT	110 DAT	140 DAT	190 DAT	240 DAT
PRD 7 50%	1,54b	1,80a	2,28a	2,74a	2,91a
PRD 7 35%	1,44b	1,69a	2,33a	2,72a	2,86a
PRD 14 50%	1,72a	1,79a	2,28a	2,44b	2,65b
PRD 14 35%	1,32b	1,68a	2,19a	2,37b	2,67b
PRD 21 50%	1,25b	1,78a	2,25a	2,64a	2,81a
PRD 21 35%	1,48b	1,71a	2,29a	2,59a	2,84a
IF 50%	1,48b	1,69a	2,21a	2,52b	2,64b
IF 35%	1,44b	1,70a	2,23a	2,45b	2,65b
IP	1,54b	1,84a	2,50a	2,75a	2,94a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knotta 5% de probabilidade.

A Figura 5 ilustra o comportamento da altura do mamoeiro nos diferentes tratamentos submetidos ao regime de irrigação com redução de 50 (A) e 35% (B) da LB, e irrigação plena (A e B) ao longo das épocas (80, 110, 140, 190 e 240 DAT). Observa-se que em todos os tratamentos houve um comportamento logarítmico. Para os dois regimes de redução da LB, a partir dos 190 DAT os tratamentos PRD 14 e IF apresentaram comportamento semelhante, reforçando os resultados elucidados no teste de média ($p < 0,05$). Portanto, a altura de plantas não é sensível aos tratamentos

até 140 DAT, isto é, do plantio até as fases de floração e frutificação, mas passa a ser influenciada a partir de 190 DAT, quando é favorecido pelos tratamentos de IP e PRD 7 e 21 dias para as duas reduções da água disponível.

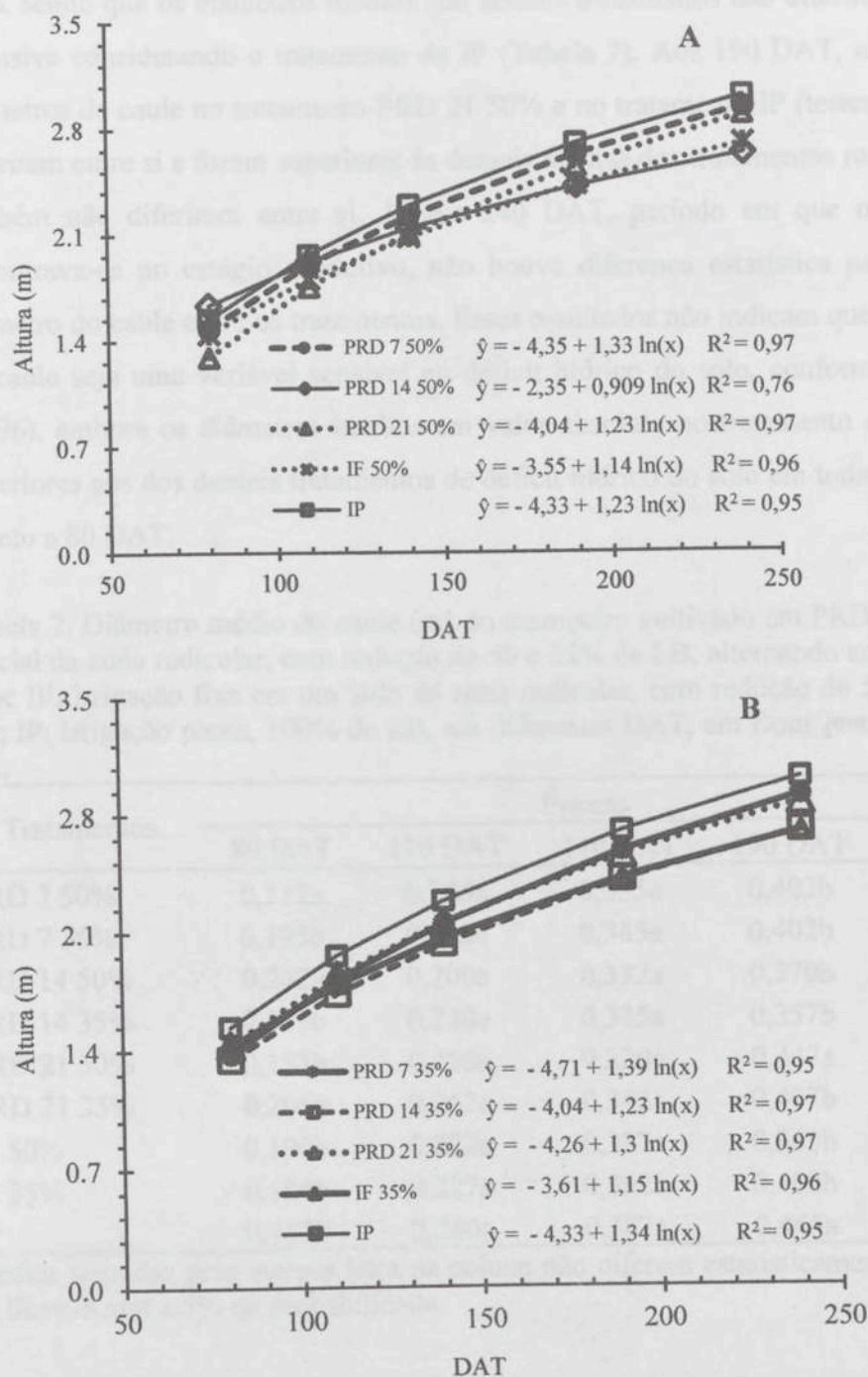


Figura 5. Altura do mamoeiro (m) sob regime de irrigação em PRD com redução de 50 (A) e 35% (B) da LB, com alternância dos lados irrigados aos 7, 14 e 21 dias, irrigação fixa e irrigação plena (testemunha), em Bom Jesus da Lapa – BA.

A análise de variância indicou efeito significativo aos 80 e 190 DAT para variável diâmetro médio do caule do mamoeiro. Aos 80 DAT os maiores diâmetros do caule foram verificados no tratamento PRD 14 50%, PRD 7 50% e no PRD 21 35%, sendo que os diâmetros médios nos demais tratamentos não diferiram entre si, inclusive considerando o tratamento de IP (Tabela 7). Aos 190 DAT, a média dos diâmetros de caule no tratamento PRD 21 50% e no tratamento IP (testemunha) não diferiram entre si e foram superiores às demais médias dos tratamentos restantes, que também não diferiram entre si. Já aos 240 DAT, período em que o mamoeiro encontrava-se no estágio produtivo, não houve diferença estatística para variável diâmetro do caule entre os tratamentos. Esses resultados não indicam que o diâmetro de caule seja uma variável sensível ao déficit hídrico do solo, conforme Bernardo (1996), embora os diâmetros médios em valor absoluto no tratamento de IP sejam superiores aos dos demais tratamentos de déficit hídrico do solo em todas as épocas, exceto a 80 DAT.

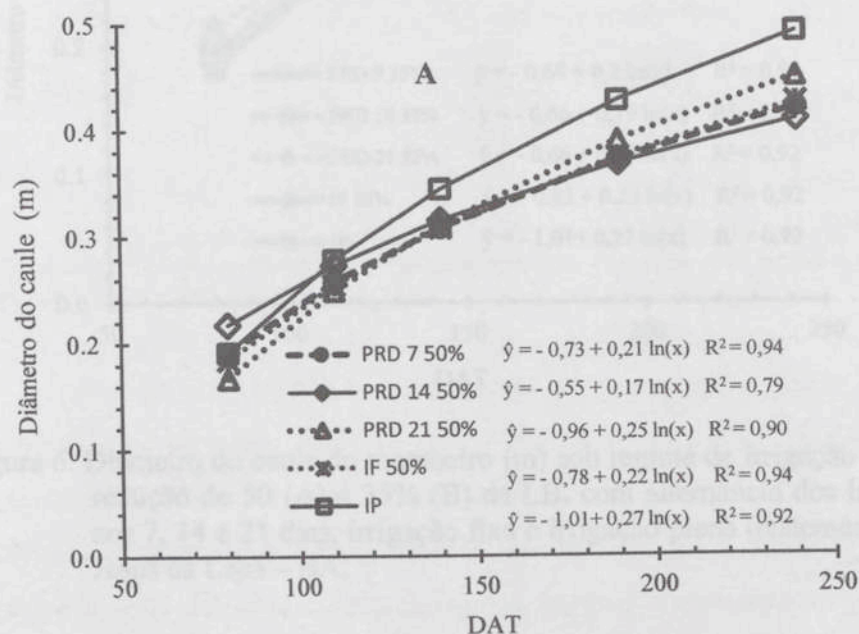
Tabela 7. Diâmetro médio do caule (m) do mamoeiro cultivado em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em diferentes DAT, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Tratamentos	Épocas				
	80 DAT	110 DAT	140 DAT	190 DAT	240 DAT
PRD 7 50%	0,212a	0,235a	0,335a	0,402b	0,422a
PRD 7 35%	0,195b	0,245a	0,345a	0,402b	0,395a
PRD 14 50%	0,242a	0,200a	0,332a	0,370b	0,402a
PRD 14 35%	0,185b	0,230a	0,335a	0,357b	0,390a
PRD 21 50%	0,157b	0,250a	0,320a	0,447a	0,410a
PRD 21 35%	0,205a	0,252a	0,342a	0,407b	0,400a
IF 50%	0,190b	0,222a	0,337a	0,385b	0,412a
IF 35%	0,180b	0,227a	0,352a	0,402b	0,412a
IP	0,167b	0,260a	0,387a	0,445a	0,450a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Observa-se na Figura 6 a variação do diâmetro do caule do mamoeiro nos diferentes tratamentos submetidos aos regimes de irrigação com redução de 50% (A) e 35% (B) da LB, e irrigação plena (A e B) ao longo das épocas (80, 110, 140, 190 e

240 DAT). Apesar das épocas (140 e 240 DAT) não apresentarem diferença estatística entre o tratamento IP em relação aos demais, nota-se que a partir dos 140 DAT os maiores valores do diâmetro do caule ocorreram no tratamento IP.



A análise de variância da área foliar do manuseiro não apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) aos 30 e 110 DAT (Tabela 3), já aos 140, 190 e 240 DAT houve efeito significativo ($p < 0,05$). Os maiores valores de área foliar foram verificados aos 140 DAT, nos tratamentos IP, PRD 7 35%, IF 35% e PRD 7 50%. De maneira geral, observou-se uma redução significativa da área foliar em todos os tratamentos a partir dos 140 DAT (Tabela 3), ou seja, a partir do mês de julho, período em que os pinos começaram-se a desfolhar e a queda da área foliar ocorreu devido ao aumento da temperatura média em média de 4°C a partir desse período, que por sua vez, acelerou o processo de senescência e morte das folhas devido ao estresse térmico. Além da redução da área foliar em virtude do estresse térmico, nota-se uma redução também do número de folhas, já que os tratamentos com maior disponibilidade hídrica no solo, ou seja, IP e PRD 7 estão em vantagem em relação aos demais tratamentos.

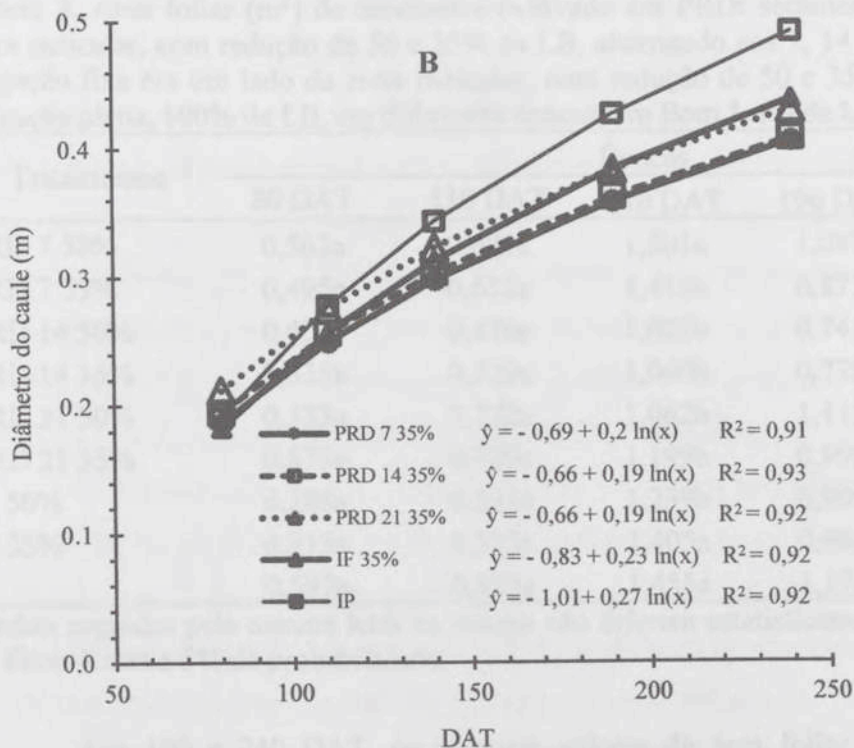


Figura 6. Diâmetro do caule do mamoeiro (m) sob regime de irrigação em PRD com redução de 50 (A) e 35% (B) da LB, com alternância dos lados irrigados aos 7, 14 e 21 dias, irrigação fixa e irrigação plena (testemunha), em Bom Jesus da Lapa – BA.

A análise de variância da área foliar do mamoeiro não apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) aos 80 e 110 DAP (Tabela 8), já aos 140, 190 e 240 DAT houve efeito significativo ($p < 0,05$). Os maiores valores de área foliar foram verificados aos 140 DAT, nos tratamentos IF, PRD 7 35%, IF 35% e PRD 7 50%. De maneira geral, observa-se uma redução significativa da área foliar em todos os tratamentos a partir dos 140 DAT (Tabela 8), ou seja, a partir do mês de julho, período em que as plantas encontram-se na fase de floração e frutificação. Essa diminuição da área foliar ocorreu devido ao aumento da temperatura diária, em média de 4°C a partir desse período, que por sua vez, acelerou o processo de abscisão e senescência das folhas basais devido ao estresse térmico. Além da redução da área foliar em virtude do estresse térmico, nota-se uma influência também do estresse hídrico, já que os tratamentos com maior disponibilidade hídrica no solo, ou seja, IP e PRD 7 estão em vantagem em relação aos demais tratamentos.

Tabela 8. Área foliar (m²) do mamoeiro cultivado em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em diferentes épocas, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Tratamentos	Épocas				
	80 DAT	110 DAT	140 DAT	190 DAT	240 DAT
PRD 7 50%	0,563a	0,681a	1,301a	1,087a	0,923a
PRD 7 35%	0,495a	0,652a	1,413a	0,877b	0,874a
PRD 14 50%	0,404a	0,476a	1,022b	0,741b	0,650b
PRD 14 35%	0,335a	0,529a	1,060b	0,775b	0,698b
PRD 21 50%	0,353a	0,772a	1,062b	1,115a	0,910a
PRD 21 35%	0,573a	0,789a	1,199b	0,996a	0,894a
IF 50%	0,288a	0,591a	1,239b	0,909b	0,838a
IF 35%	0,315a	0,573a	1,405a	0,963a	0,627b
IP	0,597a	0,825a	1,455a	1,174a	1,195a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Aos 190 e 240 DAT, os menores valores de área foliar do mamoeiro ocorreram no tratamento PRD 14 com redução de 50 e 35% da LB, seguido do tratamento IF 35%. Dry et al. (1996) estudando a variedade *Cabernet Sauvignon* cultivada em regime de irrigação em PRD, observaram que a área foliar, a massa dos ramos e a taxa de crescimento de ramos também foram reduzidos de maneira significativa.

A análise de variância da produtividade de frutos, peso médio de frutos e a eficiência do uso de água do mamoeiro submetido à irrigação com secamento parcial da zona radicular, não apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para os tratamentos estudados (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância da produtividade, peso médio de frutos e eficiência do uso de água do mamoeiro submetido à irrigação com secamento parcial da zona radicular, irrigação fixa e irrigação plena, em Bom Jesus da Lapa – BA.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Produtividade	Peso médio de frutos	Eficiência do uso de água
Bloco	3	164752561,138 ^{ns}	1393762 ^{ns}	638,398 ^{ns}
Tratamento	8	106508429,819 ^{ns}	49663,819 ^{ns}	392,673 ^{ns}
Resíduo	24	64023042,76	49763,347	237,46
CV (%)		33,33	18,59	35,27

ns – não significativo a 5% de probabilidade.

Considerando a produção durante os quatro primeiros meses de colheita, os tratamentos PRD 21 35%, o PRD 7 35%, IP e PRD 7 50% obtiveram produtividades próximas entre si, variando de 30.449,50 e 26.346,75 kg ha⁻¹ (Tabela 9), sendo que essas médias se distanciaram dos demais tratamentos que variaram de 24.428,75 a 15.611,25 kg ha⁻¹. Essas produtividades médias em valores absolutos maiores, exceto para o tratamento PRD 21 35%, corresponderam aos tratamentos nos quais a disponibilidade hídrica nos dois lados da planta variou de 81 a 52% ou entre 75 e 93% (IP). Esses resultados mostram que os estresses hídricos do solo alternados, de duração de até 7, dias podem elevar a produtividade das plantas.

Cultivando videira, variedade *Cabernet Sauvignon* sob regime de irrigação em PRD, Dry et al. (1996) observaram que a área foliar, a massa dos ramos e a taxa de crescimento de ramos foram reduzidos de maneira significativa. Entretanto, mesmo assim, a produção foi mantida, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, pois apesar da redução da área foliar nos tratamentos com redução de 50 e 35% da LB, estatisticamente a produtividade foi semelhante em todos os tratamentos (Tabela 10).

Mesmo submetido ao maior estresse hídrico do lado sob secamento, o tratamento PRD 21 com redução de 50 e 35% da LB, apresentaram em valores absolutos de produtividades significativamente satisfatórias. Esse resultado é justificado pelo fato das plantas submetidas à deficiência hídrica serem estimuladas a produzirem altos níveis de hormônios importantes para a tolerância à seca, como o ácido abscísico (ABA), bem como, altos níveis de carboidratos, tais como sacarose, rafinose e trealose, que ajudam a prevenir o dano celular causado pelo estresse do déficit hídrico e conservação do metabolismo celular; contribuindo para a manutenção da produtividade das culturas (SANTANA-VIERA et al., 2016).

Mahouachi et al. (2007) identificaram um aumento do ABA nas folhas do mamoeiro, bem como nas raízes das plantas sob limitação hídrica. Nesse mesmo estudo, os autores relataram que o ABA está envolvido na indução das principais respostas fisiológicas do mamoeiro submetido ao estresse hídrico.

Alguns estudos apontam uma tendência de menores produtividades nos tratamentos em PRD com períodos de alternância maiores, por exemplo, nos trabalhos desenvolvidos por Norte & Nobel e Asseng et al. (1998). Entretanto, os resultados de produtividade verificados no presente estudo não corroboram com os encontrados por esses autores. Pressupõe-se que para o mamoeiro o intervalo de 14

dias não é suficiente para o restabelecimento dos processos fisiológicos e metabólicos das plantas submetidas ao estresse hídrico nesse intervalo.

Estatisticamente, em diversos trabalhos desenvolvidos utilizando a técnica PRD, os autores observaram que as plantas apresentaram produtividades similares às plantas submetidas à irrigação plena. Du et al. (2006), irrigando algodão semente em sistema convencional e com a técnica PRD, os autores verificaram que o rendimento das plantas cultivadas sob PRD foi semelhante às plantas irrigadas em sistema convencional. Em um experimento desenvolvido por Kirda et al. (2004), ao comparar a produtividade do tomateiro cultivado em PRD e com irrigação plena, os autores verificaram ausência de diferença significativa na produtividade de tomate, sob irrigação plena e em PRD 50%, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Em condição semiárida da região norte do Iran, Shahabian et al. (2012), verificaram que as plantas submetidas a técnica PRD com 50% e 75% da irrigação plena, com alternância do lado a cada evento de irrigação, não proporcionou redução da produtividade e não influenciou na qualidade dos frutos. Consoli et al. (2017) ao trabalharem com a técnica PRD em um pomar de laranjeira com lâminas de irrigação de 100 e 50% da ETc, verificaram que o regime de irrigação em PRD associado a uma redução de 50% da ETc, aumentou o rendimento de frutos em 20% no ano de 2013 e 10% em 2014.

Tabela 10. Produtividade média de frutos, peso médio de frutos e eficiência do uso de água do mamoeiro cultivado em PRD: secamento parcial da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB, alternando aos 7, 14 e 21 dias; IF: irrigação fixa em um lado da zona radicular, com redução de 50 e 35% da LB; IP: irrigação plena, 100% da LB, em Bom Jesus da Lapa - BA.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso médio de frutos (g)	Eficiência do uso de água (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
PRD 7 50%	26.346,75	1.380,50	58,25
PRD 7 35%	29.553,25	1.169,50	50,25
PRD 14 50%	15.611,25	1.054,00	34,50
PRD 14 35%	23.374,00	1.135,25	39,75
PRD 21 50%	24.428,75	1.188,25	54,00
PRD 21 35%	30.449,50	1.145,00	51,50
IF 50%	17.675,50	1.127,25	39,00
IF 35%	20.855,75	1.376,75	35,50
IP	27.774,00	1.224,75	30,50

Os valores de peso médio de frutos encontrados no presente estudo (Tabela 10) foram superiores aos encontrados em um trabalho desenvolvido por Garcia et al. (2007), em que esses autores obtiveram um peso médio de frutos de 890g para uma lâmina de 100% da evaporação do tanque Classe "A" (ECA) e 790g para a de 60% da ECA. Em contrapartida, os valores médios de peso de frutos encontrados em todos os tratamentos estudados no presente estudo, foram inferiores aos mencionados por Santos et al. (2008), ao trabalharem com lâminas crescentes de irrigação sobre a produtividade do mamoeiro Tainung N^o1, já que nesse estudo os autores encontraram peso médio de frutos de 1.881,0 g para uma lâmina de 50% da ECA e 2.454,0 g para a de 125% da ECA. De acordo com Manica et al. (2006), os frutos do mamoeiro podem pesar de 0,121 a 7,800 kg, em diferentes tipos e formato.

Observa-se uma tendência de aumento da EUA para os tratamentos com redução de 50% da LB (Tabela 10). Kirda et al. (2007), em um pomar de tangerina, observaram uma maior eficiência do uso de água nos tratamentos com déficit, quando comparado com o tratamento com irrigação total. E, também não verificaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, corroborando com o resultado encontrado no presente estudo.

Os maiores valores de EUA foram observados nos tratamentos PRD 7 com redução de 50 e 35% da LB, seguido dos tratamentos com PRD 21 com redução de 50 e 35% (Tabela 10). Esses tratamentos apresentaram maior área foliar (Tabela 8) e maior eficiência instantânea nos períodos avaliados, indicando maior produção de fotoassimilados. A maior produtividade em valores absolutos para uma redução de 35% e 50% da LB garantiu as maiores EUA, inclusive comparado ao tratamento IP.

Carvalho (2015) ao trabalhar com a técnica PRD em um pomar de acerola, nas condições edafoclimáticas da Chapada Diamantina, na Bahia, constatou uma maior eficiência do uso de água nas plantas irrigadas sob PRD, com intervalo de sete dias entre irrigações, atingindo valores superiores a 50%, quando comparado com a irrigação plena. Kang et al. (2001) em estudos com pimenta utilizando a técnica PRD e com umidade de manejo de 55 e 65% da água disponível, não constataram diminuição na produtividade de frutos, e a EUA foi significativamente superior nos tratamentos em PRD. Esses resultados, alinhados aos do presente estudo, reforçam que a técnica PRD é uma estratégia de manejo de irrigação de suma importância para

uma economia de água em áreas irrigadas, mantendo a produtividade das culturas em níveis satisfatórios.

4. CONCLUSÕES

- Não houve diferenças significativas nas variáveis de crescimento com o aumento da frequência de alternância do lado irrigado.
- A técnica do secamento parcial da zona radicular associada ao déficit hídrico de 50 e 35% da LB não difere dos tratamentos com irrigação plena (IP - testemunha) e sem alternância do lado irrigado (IF) com redução de 50 e 35% LB, em termos de produtividade, peso médio de frutos e eficiência do uso da água.
- A estratégia de manejo de irrigação com alternância dos lados de irrigação a cada 7 e 21 dias, apresentou uma tendência de maiores rendimentos e eficiência do uso de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVES, A.A.C.; SANTOS, E.L. Estimativa da área foliar do mamoeiro: método não destrutivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** CD ROM.

CARVALHO, G.C **Secamento parcial do sistema radicular no cultivo da acerola em condições do bioma da Chapada Diamantina.** Recife, PE: UFRPE, 2015, 80f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

CONSOLI, S.; STAGNO, F.; VANELLA, D.; BOAGA, J.; CASSIANI, G.; ROCCUZZO, G. Partial root-zone drying irrigation in orange orchards: Effects on water use and crop production characteristics. **European Journal of Agronomy**, v.82, p.190-202, 2017.

COSTA, A.M.B.; MELO, J.G.; SILVA, F.M. Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 20, n. 1, p.67-82, 2006.

DAVIES, W.J.; ZHANG, J.H. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.42, p.55-70, 1991.

DRY, P.R.; LOVEYS, B.R. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial root-zone drying. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.4, p.140-148, 1998.

DRY, P., LOVEYS, B., BOTTING, D., DURING, H. Effects of partial root-zone drying on grapevine vigour, yield, composition of fruit and use of water. **Ninth Australian wine industry technical conference.** Adelaide, S.A. 1996.

DU, T.; KANG, S.; ZHANG, J.; LI, F.; HU, X. Yield and physiological responses of cotton to partial root-zone irrigation in the oasis field of northwest China. **Agricultural Water Management**, v.84, p.41-52, 2006.

ESPÍNDULA NETO, D. **Resposta do mamoeiro a diferentes lâminas de irrigação, sistemas de microirrigação e manejo do solo utilizados na região norte do Espírito Santo.** Viçosa, MG: UFV, 2007. 133f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

FACCIOLA, S. **Cornucopia: A source Book of Edible Plants.** Kampong Publications, Vista, California, 1990.

FAOSTAT, 2015. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acessado em jan. 2016.

FAOSTAT, 2012. Crop Production. Disponível em <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acessado em: 20 Dez. 2015.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Deficit irrigation practices. Rome: FAO, 2002, 102p. (Water Reports 22).

GARCIA, F. C. H.; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S. Níveis de irrigação no comportamento produtivo do mamoeiro Formosa na Chapada do Apodí, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p.136-141, 2007.

GOWING, D.J.; DAVIES, W.J.; JONES, H.G. A positive root-sourced signal as an indicator of soil drying in apple, *Malus x domestica* Borkh. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1535-1540, 1990.

KANG, S.; ZHANG, L.; XIAOTAO, H.; LI, Z.; JERIE, P. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. **Scientia Horticulturae** v. 89, p.257-267, 2001.

KIRDA, C.; TOPALOGLU, F.; TOPÇU, S.; KAMAN, H. Mandarin Yield Response to Partial Root Drying and Conventional Deficit Irrigation. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 31, p.1-10, 2007.

KIRDA, C.; CETIN, M.; DASGAN, Y.; TOPÇU, S.; KAMAN, H.; ERICI, B.; DERICI, M.R.; OZGUVEN, A.I. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, v.69, p.191-201, 2004.

MAHOUACHI, J., ARBONA, V., GÓMEZ-CADENAS, A.G. Hormonal changes in papaya seedlings subjected to progressive water stress and re-watering. **Plant Growth Regul**, v.53, p.43-51, 2007.

MANICA, I.; MARTINS, D.S.; VENTURA, J.A. **Mamão: Tecnologia de produção, pós-colheita, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 361, 2006.

MELO, J.G.; MEDEIROS, A.B.; VASCONCELOS, M.B.; CASTRO, V.L.L. Aspectos hidrogeológicos e classes de água do aquífero cárstico-jandaíra para irrigação, Baraúna, RN. **Águas Subterrâneas**, v.21, n.1, p.9-21, 2007.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MENEZES, J. B.; MAIA, F. E. N.; DANTAS, D. J.; SALES JÚNIOR, R. Pós-colheita de mamão híbrido UENF/caliman 01 cultivado no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p.666-670, 2007.

POSSE, R.P.; BERNADO, S.; SOUSA, E.F. de; GOTTARDO, R. D.; Evapotranspiração e coeficiente da cultura do mamoeiro. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, n.4, p.628-690, 2008.

SANTANA-VIEIRA, D. D. S.; FRESCHI, L.; ALMEIDA, L. A. DA H. ; MORAES, D. H. S. DE ; NEVES, D. M. ; SANTOS, L. M. DOS ; BERTOLDE, F. Z.; SOARES FILHO, W. DOS S.; COELHO FILHO, M. A.; GESTEIRA, A. DA S. Survival strategies of citrus rootstock subjected to drought. **Scientific Reports**, v.6, p.38775, 2016.

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

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

SANTOS, F. S. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; OLIVEIRA, C. W.; SOUSA, A. E. C. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na cultura do mamão. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p.673-680, 2008.

SHAHABIAN, M.; SAMAR, S. M.; EMDAD, M. R. Response of orange trees to deficit irrigation strategies in the north of Iran. **Archives of Agronomy and Soil Science**, Berlin, v. 58, p.267-276, 2012

VILLEGAS, V. N. *Carica papaya* L. In: EWM Verheij, RE Coronel, eds. **Plant Resources of South- East Asia 2: Edible Fruits and Nuts**. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia, 1997.