



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

CÍNTIA PATRÍCIA MARTINS DE OLIVEIRA

**FLORAÇÃO E PRODUÇÃO DA MARCIEIRA
SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

JUAZEIRO/BA

2015



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

CÍNTIA PATRÍCIA MARTINS DE OLIVEIRA

FLORAÇÃO E PRODUÇÃO DA MARCIEIRA
SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito para a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. DSc. José Aliçandro Bezerra da Silva

Co-orientador: DSc. Welson Lima Simões

JUAZEIRO/BA

2015

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Cíntia Patrícia Martins de Oliveira

**FLORAÇÃO E PRODUÇÃO DA MARCIEIRA SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS
DE IRRIGAÇÃO NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito para a obtenção do
título de mestre em Engenharia Agrícola.


José Aliçandro Bezerra da Silva, Prof. D.Sc.
Universidade Federal do Vale do São Francisco
UNIVASF


Welson Lima Simões, D.Sc.
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido


Alessandro Carlos Mesquita, D.Sc.
Universidade do Estado da Bahia
UNEB


Paulo Roberto Coelho Lopes, D.Sc.
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido

Juazeiro/BA, 18 de novembro de 2015.

Oliveira, Cíntia P.M.
O48 Floração e produção da macieira submetida a diferentes lâminas de irrigação no Submédio São Francisco / Cíntia Patrícia Martins de OLiveira. - Juazeiro-BA, 2015.
71 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2015.

Orientador: Prof. Dr. José Aliçandro Bezerra da Silva.

1. Maças - Cultivo. 2. Necessidade hídrica. 3. Semiárido. I. Título. II. Silva, José Aliçandro Bezerra. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.11

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, força, coragem, sua infinita bondade, por tirar do meu caminho todos os obstáculos para que esse sonho se tornasse real.

A toda a minha amada família, que sempre acreditou no meu potencial, em especial meu pai pelo apoio e dedicação.

Ao meu orientador DSc. José Aliçandro B. Silva, pelos direcionamentos para a realização deste trabalho, incentivo, paciência, apoio, amizade e pela disposição para me auxiliar no que fosse necessária.

Ao meu Co-Orientador DSc. Welson Simões pelos valiosos ensinamentos e orientações, além de todo seu apoio na execução desse trabalho, por sua atenção, paciência e amizade.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade da participação e pela valiosa contribuição.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela disponibilidade de realização do curso. Em especial, a secretária Carol, pela paciência e auxílio durante esses anos.

Ao corpo docente da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, pelos ensinamentos na minha formação. Em especial, Prof. Clovis, pelo incentivo, ensinamentos, apoio e amizade.

Aos amigos e colegas da pós-graduação da UNIVASF pelas dificuldades que passamos juntos nas disciplinas, pelas alegrias e diversões, pelo companheirismo, apoio, amor e grande amizade. Em especial, Roberto, Henrique, Sheila, Victor, Willis, Saulo e Max.

Aos amigos e colegas da Embrapa Semiárido, em especial, aos três estagiários, que foram fundamentais na coleta dos dados e na realização de diversas análises, além dos grandes amigos, Emanuel, Ezequiel e Bruna.

Aos amigos e colegas do LACIF, pelo apoio, força, amizade, dedicação. Em especial Ítalo, Eduardo, Magno e Tales.

A técnica do LACIF, Vanúzia por toda dedicação, por mobilizar toda a equipe para me ajudar, pelo companheirismo, amizade, carinho.

Aos meus amigos, por sempre estarem ao meu lado, mostrando-me o verdadeiro valor de uma amizade, em especial, Clau, Jucy e Cris.

Obrigado a todas as pessoas que contribuíram para meu sucesso e para meu

crescimento como pessoa.

Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

OLIVEIRA, C.P.M. **Floração e produção da macieira submetida a diferentes lâminas de irrigação no Submédio São Francisco**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF.

RESUMO

Os perímetros irrigados do Submédio São Francisco possuem condições edafoclimáticas favoráveis ao manejo de várias espécies frutíferas de diferentes regiões. A macieira é uma cultura de clima temperado que tem demonstrado resultados promissores em condições semiáridas, no entanto, estudos mais aprofundados do comportamento dessa espécie na região do Submédio São Francisco, são importantes necessárias por permitir maior eficiência da cadeia produtiva a partir de adoções de técnicas agrônômicas adequadas e necessárias durante o seu ciclo de cultivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a floração, frutificação e qualidade dos frutos de duas cultivares de macieiras cultivadas na região do Submédio São Francisco. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com cinco repetições, sendo as parcelas principais quatro lâminas de irrigação (60; 80; 100; e 120 % da evapotranspiração de referência - ETo), as subparcelas as duas cultivares de maçã (Julieta e Princesa) e as subsubparcelas a posição solar da copa (leste e oeste). Com relação aos resultados obtidos, o número de flores (NFL), número de frutos (NFR), porcentagem de brotações (PB), frutificação efetiva (FE) foram superiores na cv. 'Julieta', enquanto o número de gemas (NG) e o índice de fertilidade (IF) foi superior na cv. 'Princesa'. O NFL, o NFR e a PB aumentaram progressivamente com o incremento da irrigação, enquanto que para variável (FE) houve interação entre lâminas e cultivares. Quanto aos metabólitos, o teor de açúcar redutor (AR) não apresentou efeito significativo entre as cultivares, sendo o teor de açúcar não reduto (ANR), açúcar solúvel total (AST) e o total de proteínas solúveis (TPS) superiores na cv. 'Princesa'. Quanto às lâminas de irrigação, o teor de AR, ANR, AST aumentou com a sua redução, enquanto que o TPS apresentou comportamento oposto. Quanto à avaliação pós-colheita, o teor de sólidos solúveis

(SST) diminuiu com o aumento da lâmina de irrigação, sendo maior para cv. 'Princesa' na posição oeste. A acidez titulável (AT) aumentou com o incremento das lâminas, sendo menor na cv. 'Julieta'. A razão SST/AT foi melhor para cv. 'Julieta', exceto na maior lâmina, onde as cultivares apresentaram teores similares. O peso médio do fruto (PMF) aumentou com o incremento das lâminas em ambas as cultivares, sendo superior para cv. 'Princesa'. Os resultados demonstram uma grande exigência hídrica da macieira, sendo a lâmina de irrigação com 120% ETo a que promoveu maior brotação, floração e frutificação efetiva. Após avaliação pós-colheita, os frutos das cvs. 'Princesa' e 'Julieta' produzidas no Submédio Vale do São Francisco foram considerados apropriados para o consumo in natura.

Palavras-chave: *Malus domestica*, necessidade hídrica, semiárido.

OLIVEIRA, C.P.M **Flowering and production of apple under different irrigation levels in the Submédio São Francisco**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF.

ABSTRACT

Irrigated areas of the Creative Commons possess favorable soil and climate conditions for the management of various fruit species in different climatic conditions. The apple is a fruit of temperate climate that has shown promising results in semiarid conditions. However, further studies on the behavior of this species in the Lower Middle São Francisco, are important to allow greater efficiency in the production of taking appropriate and necessary for their growth cycle farming techniques. The aim of this study was to evaluate the effect of different irrigation levels in the variables involved in flowering, fruiting and fruit quality of two cultivars of apples grown in the region of lower-middle São Francisco. The experimental design was a randomized block with split plots with five replications, the main plots four levels of irrigation (60; 80; 100; and 120% of the reference evapotranspiration - ETo), the subplots were two apple cultivars (Julieta and Princesa) and subsubplots sun canopy position (East and West). As for the results, the number of flowers (NFL), number of fruits (NFR), percentage of outbreaks (PB), the curd (FR) was higher in cv. 'Julieta', while the number of outbreaks (NG) and fertility index (PI) was higher than in cv. 'Princesa'. NFL, NFR and PP progressively increased with increasing irrigation, while for the variable (EF) there was interaction between the blades and cultivars. With regard to metabolites, redoubt sugar content (RA) had no significant effect among cultivars, and the sugar content not redoubt (ANR), the total soluble sugar (AST) and total soluble proteins statistically higher (TPS) in hp. 'Princesa'. As irrigation levels, RS content, ANR, AST increased with the reduction, while the TPS showed the opposite behavior. As for the post-harvest assessment, soluble solids (TSS) decreased with increasing water depth, being higher for cv. 'Princesa' in the western position. The titratable acidity (TA) is increased with the increase of the blades being less in cv. 'Julieta'. The SST / AT ratio was better for cv. 'Julieta', except in the larger sheet, where cultivars showed similar levels. While sides and cultivars with an increased risk, being higher for cv. 'Princesa'

on the west side. The average fruit weight (PMF) increased with increasing blade in both cultivars, being superior to cv. 'Princesa'. The results show a great need for water apple, with a water depth of 120% ETo provides greater sprouting, flowering and fruit set. Post-harvest assessment, the fruits of cvs. Princesa and Julieta produced in the lower-middle São Francisco Valley were considered suitable for fresh consumption.

Keywords: *Malus domestica*, water requirement, semiarid region.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1:

Pág.:

- Figura 1.** Valores de temperatura média (T), da evapotranspiração de referência (ET_o) e da precipitação, durante o período experimental, equivalente aos 55 dias após o inchamento das gemas (DAIG) a partir de outubro de 2014..... 33
- Figura 2.** Efeito da aplicação de lâminas de irrigação sobre: A- temperatura foliar (T_f); B- Radiação fotossinteticamente ativa (PAR); C- fotossíntese (A), D- transpiração (E); E- condutância estomática (g_s); F- concentração interna de CO₂ (C_i); G- eficiência instantânea de uso da água (A E⁻¹); H- eficiência intrínseca de uso da água (A g_s) em folhas de macieira, submetida a diferentes lâminas de irrigação..... 36
- Figura 3.** Açúcares não redutores (ANR), açúcares solúveis totais (AST) e totais de proteínas solúveis (TPS) nas folhas das cultivares de macieira Julieta e Princesa, durante a floração..... 38
- Figura 4.** Açúcares Redutores (AR), Açúcares Não Redutores (ANR), Açúcares Solúveis Totais (AST), Totais de Proteínas Solúveis (TPS) de macieira submetida a diferentes lâminas de irrigação durante a floração..... 40
- Figura 5.** Número de gemas (NG), número de flores (NFL), número de frutos (NFR), porcentagem de brotações (BR), de frutificação efetiva (FR) e de índice de fertilidade (IF) em duas cultivares de macieira cultivadas em clima semiárido..... 41

Figura 6. Frutificação efetiva (A), número de flores emitidas (B), número de frutos (c) e porcentagem de brotações de gemas floríferas (D) de macieira submetida a diferentes lâminas de irrigação.....	43
--	----

ARTIGO 2:

Figura 1- Teor de Sólidos Solúveis Totais nos frutos de diferentes cultivares (A); Teor de Sólidos Solúveis Totais nos frutos de diferentes posições solar da planta (B) de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.....	59
---	----

Figura 2- Efeito das Lâminas e irrigação sobre o teor de Sólidos Solúveis Totais de frutos de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.....	59
---	----

Figura 3- Efeito das Lâminas de irrigação sobre a acidez titulável dos frutos (A); Teor de Acidez Titulável dos frutos de diferentes cultivares de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.....	59
--	----

Figura 4- Efeito da interação lâminas e cultivares sob a relação entre sólidos solúveis e acidez dos frutos (A); Efeito da interação cultivares e posição sob a relação entre sólidos solúveis e acidez dos frutos (B) de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.....	60
---	----

Figura 5- Efeito da interação lâminas e cultivares sob a firmeza da polpa dos frutos (A); Efeito da interação lâminas e posição sob a firmeza da polpa dos frutos (B) de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.....	60
--	----

Figura 6- Efeito das Lâminas e irrigação sobre o peso médio dos frutos de duas macieiras cultivadas no Submédio São Francisco.....	60
---	----

LISTA DE TABELA

ARTIGO 1:

Pág.:

- Tabela 1.** Quadrados médios e teste de significância para as variáveis fotossíntese (A), transpiração (E); condutância estomática (gs); concentração interna de CO₂ (Ci); temperatura foliar (Tf); eficiência instantânea de uso da água (A E⁻¹); eficiência intrínseca de uso da água (A gs) e Radiação fotossinteticamente ativa (PAR)..... 35
- Tabela 2.** Fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), temperatura foliar (T_f), eficiência instantânea de uso da água (A E⁻¹) e eficiência intrínseca de uso da água (A gs⁻¹); em folhas de duas cultivares de macieira, submetidas a diferentes lâminas de irrigação..... 38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DELITERATURA.....	17
2.1. Cultura da macieira.....	17
2.1.1. Aspecto socioeconômico.....	17
2.1.2. Aspectos morfológicos e botânicos.....	18
2.1.3. Cultivares pouco exigentes em frio.....	21
2.1.4. Produção e qualidade pós-colheita em maçã.....	21
2.1.5. Cultivo de macieira no semiárido brasileiro.....	24
2.2. Irrigação.....	25
2.3. Redução hídrica e seu efeito na fisiologia da planta.....	27
3. ARTIGO 1: Floração, frutificação e fisiologia da macieira sobre diferentes lâminas de irrigação no semiárido brasileiro.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	32
Resultados e Discussão.....	34
Conclusões.....	44
Referências.....	44
4. ARTIGO 2: Qualidade dos frutos de macieiras sob diferentes lâminas de irrigação no sumério Vale do São Francisco.....	47
Introdução.....	48
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	50
Conclusões.....	55
Referências.....	56
5. CONCLUSÃO GERAL.....	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus Domestica*), pertence à família Rosácea e subfamília Pomoideae (SOUZA & LORENZI, 2005). É uma frutífera que exerce grande importância socioeconômica, tanto no contexto nacional, como internacional. No cenário mundial, em 2009, a maçã se destacou em terceiro lugar, contribuindo com 70,5 milhões toneladas, do volume total, que foi de 719,7 milhões de toneladas de frutas comercializadas no mundo (FAO, 2014).

A maçã é uma das principais frutas de clima temperado cultivada no Brasil, sendo os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina os principais produtores, que juntos correspondem a cerca de 98% da produção nacional (IBGE, 2014). De acordo com Fachinello (2011), uma década após iniciar o cultivo da macieira em escala comercial, as importações brasileiras de maçã diminuíram, e hoje o País produz 100 % do que é demandado nacionalmente.

Esses dados reforçam a tendência que vem ocorrendo desde o início do cultivo da macieira no País e revelam o seu elevado potencial produtivo. Os fatores responsáveis por esse grande desenvolvimento da pomicultura devem-se ao desenvolvimento das tecnologias utilizadas nos cultivos, pela logística implantada, pela definição de cultivares e clones capazes de atender às exigências dos consumidores (FACHINELLO, 2011).

Além disso, o Brasil quando comparado com outros países produtores de frutas tem se destacado, principalmente devido a sua diversidade climática e sua localização no hemisfério sul (CARVALHO & MIRANDA, 2014), permitindo assim o cultivo de frutíferas tanto em regiões de clima temperado como em regiões com condições semiáridas.

De acordo com Luch et al. (2002), a macieira se caracteriza pelo fenômeno de dormência das gemas, necessitando de determinado número de horas de frio ($< 7,2^{\circ}\text{C}$) para abertura de gemas. Entretanto, quando cultivadas em regiões em que as temperaturas não satisfazem a necessidade em frio pode, ocorre uma série de anomalias (CHAGAS, 2012).

Dessa forma para o cultivo de macieira, com uma satisfatória brotação, floração e frutificação, em regiões com pouco frio, devem-se utilizar cultivares com demanda entre 350 e 450 horas de frio (WEBSTER, 2005).

Atualmente no país, através dos programas de melhoramento genético novas cultivares com menor exigência em horas de frio e resistentes a doenças estão sendo lançadas, como a cv. 'Princesa' e cv. 'Julieta' que necessitam respectivamente de 350 a 450 e de 300 a 450 horas de frio para a superação natural de dormência (LOPES et al., 2013a).

Na literatura, há relatos de várias cultivares de macieira pouco exigentes de horas frio para abertura das gemas, que tem sido cultivadas e alcançado boa produtividade em condições semiáridas. (Lopes et al., 2013b; Miranda et al., 2015a e 2015b).

O semiárido brasileiro em decorrência das condições edafoclimáticas favoráveis e as implantações dos perímetros irrigados, notadamente no Submédio Vale do Rio São Francisco, tem se destacado como produtora e exportadora de frutas tropicais e subtropicais, condicionando a região a vislumbrar uma perspectiva concreta de promover uma grande melhoria socioeconômica (OLIVEIRA et al., 2011).

De um modo geral, a agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para aperfeiçoar a produção de alimentos, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável (MANTOVANI et al., 2009).

No entanto, além do sistema de irrigação, toda sistemática da técnica como a adoção do tempo de irrigação para fins de manejo de água é indispensável e deve ser determinado para condições específicas de cada região produtora, uma vez que, as variações climáticas e de solo são muito variáveis de região para região (FILGUEIRA, 2008).

Embora, para o manejo da irrigação da macieira, já existam valores de Kc recomendado pela FAO, que variam entre 0,80 e 1,20 durante o ciclo da cultura (ALLEN et al., 2006), nem sempre esses valores publicados se ajustam às diferentes condições locais das diversas regiões (DRAGONI et al., 2004). Assim, torna-se imprescindível o conhecimento da demanda hídrica e dos valores de Kc para auxiliarem o manejo da irrigação da macieiras cultivadas nas diferentes região.

Entretanto, a utilização de sistemas de irrigação na cultura da macieira no Brasil ainda é pouco estudada, assim como, os trabalhos de pesquisa na área. Informações a respeito do manejo de variedades de macieiras adaptadas

em condições semiáridas são escassas.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sob os aspectos fisiológicos e bioquímicos durante a floração, frutificação e na qualidade dos frutos pós-colheita de duas cultivares de macieiras cultivadas na região do Submédio São Francisco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DA MACIEIRA

2.1.1 Aspecto socioeconômico

A macieira (*Malus domestica*) é uma frutífera com grande importância socioeconômica, tanto no contexto nacional, como no internacional (CARVALHO et al., 2011); pois além da sua elevada importância econômica como fruta fresca, também possui uma acentuada importância social, uma vez que é uma atividade com excelente capacidade de geração de emprego, renda e conseqüentemente geradora do desenvolvimento rural (CARVALHO, et al., 2011).

No cenário mundial, as principais frutas produzidas em 2009, segundo a FAO, foram banana, melancia, maçã, laranja e uva na qual, juntas, corresponderam por 60,7% do volume total, que foi de 719,7 milhões de toneladas. Dentre estas, observa-se a contribuição de frutas de clima temperado, como a maçã, que se destacou em terceiro lugar, com 70,5 milhões toneladas.

De acordo com Andrade (2012), observa-se um crescimento contínuo na produção de frutas de clima temperado no mundo, no entanto os principais produtores apresentam uma pequena participação no comércio internacional, pois possuem mercados internos populosos, não tendo o foco na exportação.

O Brasil, quando comparado com outros países produtores de frutas, apresenta algumas vantagens, especificamente devido a sua diversidade de clima. Favaret Filho et al. (1999) observam que essa diversidade climática do país possibilitam a produção para todos os tipos de frutas, tropicais e subtropicais.

Outra vantagem deriva do fato do Brasil estar no hemisfério sul. Quando é inverno na parte norte do globo a maior parte dos países não consegue produzir frutas. Esses países precisam importar do hemisfério sul, fora da época de sua estação de frutas. Essa situação ajuda os exportadores brasileiros a vender seus produtos e obter melhores preços (CARVALHO & MIRANDA, 2014).

Dessa forma, o Brasil deve aproveitar seu grande potencial produtivo para incentivar o aumento das suas exportações, trazendo mais divisas para o país, desenvolvendo regiões e criando oportunidades de negócios para os fruticultores (CARVALHO & MIRANDA, 2014).

Dentre as frutas de clima temperado cultivadas no Brasil, a maçã é uma das principais, com produção localizada principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que respondem por 98% da produção nacional (IBGE, 2014).

Conforme Fachinello (2011), além de medidas de incentivo governamental ao cultivo de macieira a partir dos anos 70, centros de pesquisa e extensão rural, visando ao melhoramento, adaptação, nutrição mineral, manejos fitotécnicos e fitossanitários da cultura, tecnologia de armazenamento pós-colheita com uso de atmosfera controlada, permitiram ao País passar de importador, principalmente da Argentina, para exportador da fruta em poucos anos.

2.1.2 Aspectos morfológicos e botânicos

Popularmente conhecida como macieira, a *Malus Domestica* pertence à família Rosaceae e subfamília Pomoideae (SOUZA & LORENZI, 2005). É uma espécie decídua, de clima temperado, entretanto, vem mostrando elevada capacidade de se adaptar a diversos climas (EPAGRI, 2002).

A macieira apresenta folhas simples, caducas, estipuladas, peninérvias de bordos dentados e tomentosas no limbo inferior. De acordo com Brown (1975), a flor de macieira é periantada, completa, constituída por cálice com cinco sépalas, corola com cinco pétalas, aproximadamente vinte estames e pistilo dividido em cinco estilos ou estiletos. O ovário é ínfero e possui cinco carpelos, cada um contendo dois óvulos.

Silva (2009) avaliando a morfologia e biologia floral de diferentes cultivares de macieira na Chapada Diamantina observou que a cv. 'Princesa' possui inflorescência com 4 a 5 cm de comprimento, formando um buquê com 3 a 6 flores, possuem sépalas verdes com grande pilosidade e as pétalas apresentam coloração de rosa intenso quando em estágio de botão e branco rosada após a ocorrência da antese.

Joly (2002) relata que a macieira é caracterizada pelo fruto tipo pomo,

no qual um grande receptáculo recobre os ovários e cujo endocarpo é coriáceo ou pétreo contendo uma única semente. Segundo Toda Fruta (2009), o fruto apresenta forma globosa ou deprimida com uma profunda depressão no ponto de inserção da haste que o prende aos ramos, de coloração vermelha ou verde podendo apresentar pequenas manchas esverdeadas ou amareladas.

A macieira é uma espécie diploide e o conjunto básico de cromossomos é $n=17$. Entretanto, são encontradas variedades triploides, tetraploides e hexaploides, que surgiram espontaneamente através de fertilização entre gametas não reduzidos (HUARACHA et al., 2004). O tipo de reprodução predominante é a alogamia, mesmo sendo considerada uma planta monoica, pois possui flores hermafroditas com gineceu e androceu viáveis.

Outra característica da macieira, conforme Petri et al. (2011a), é o alto grau de incompatibilidade da espécie, necessitando para viabilizar a produção de frutos, o plantio de duas ou mais cultivares em um mesmo pomar, que permita a polinização cruzada eficiente. Dessa forma, a polinização e a frutificação efetiva somente são asseguradas com a intercalação de diferentes cultivares, compatíveis entre si e com floração coincidente (DENARDI & CAMILO, 1996).

Albuquerque Junior et al. (2010) avaliando a capacidade germinativa de diferentes cultivares de macieira, observaram que a cv. Princesa foi a que apresentou o melhor perfil como polinizadora, por conjugar número de anteras por flor, número de grãos de pólen por antera e capacidade germinativa do pólen em níveis muito satisfatórios.

Dessa forma, altos rendimentos com essa cultura só são obtidos se as condições para a polinização e fecundação forem favoráveis. De acordo com Keulemans et al. (1996), problemas relacionados à polinização e fecundação podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade de frutos, pela diminuição da frutificação efetiva e do número de sementes formadas por fruto.

2.1.3 Cultivares pouco exigentes em frio

A macieira é uma planta perene de clima temperado que entra em estado de paralisação aparente, no inverno, fenômeno chamado de dormência das gemas (PETRI & LEITE, 2008). De acordo com Hawerth et al. (2010), a dormência é um mecanismo adaptativo de ocorrência anual que permite a

sobrevivência das plantas em condições ambientais desfavoráveis.

Dessa forma, para que a macieira inicie novo ciclo vegetativo em condições naturais, é necessário que esta seja exposta durante o inverno a uma certa quantidade de horas de frio abaixo de 7,2°C. Essa necessidade de frio varia de acordo com a cultivar, havendo hoje, devido ao melhoramento genético, uma gama de cultivares com necessidades entre 200 e 1.000 horas de frio (PETRI & LEITE, 2008).

Segundo Webster (2005), para o cultivo de macieira em regiões com pouco frio, comumente são utilizadas cultivares com demanda entre 350 e 450 horas de frio, para uma satisfatória brotação e floração.

Atualmente no país, através dos programas de melhoramento genético novas cultivares com menor exigência em horas de frio e maior resistência a doenças estão sendo lançadas, destacando-se a Imperatriz, Daiane, Julieta, Baronesa, Catarina e Joaquina, sendo as últimas duas resistentes a sarna que é uma doença fúngica que ataca folhas e frutos das macieiras (SATO & ROBERTO, 2015).

A cultivar Princesa foi introduzida no mercado brasileiro em 1986 pela EPAGRI, e é utilizada como polinizadora e possui como principal característica a baixa exigência em frio hibernal (350 a 450 horas de frio) (LOPES, et al., 2013a). Seu hábito de frutificação em esporões, floresce em gemas laterais de ramos do ano e apresenta vigor médio, copa semiaberta e lançamentos vigorosos (LOPES et al., 2013a).

Essa cultivar apresenta frutos atrativos de tamanho médio, formato redondo-cônico, coloração vermelho-rajado, polpa branco-creme, crocante, firme, suculenta e de sabor semi-ácido (DENARDI et al., 1986; EPAGRI, 2002). A epiderme dos frutos apresenta coloração vermelho intenso cobrindo de 65% a 100% da superfície, sobre fundo amarelo. A casca é lisa, brilhante, e quando sombreados pode apresentar problemas na coloração (LOPES et al., 2013a).

Já a cultivar 'Julieta' foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), e destaca-se pela menor exigência em frio, necessitando um acúmulo de 300 a 450 unidades de frio para a superação natural de dormência (LOPES et al., 2013a). Os frutos apresentam bom aspecto comercial, com massa média acima de 150 gramas, e sabor doce, levemente acidulado. A produtividade pode superar 35 toneladas por hectare. No que diz respeito a

aspectos fitossanitários, a cultivar Julieta é resistente à mancha foliar da macieira e sofre pouco ataque de oídio, sarna e ácaros (LOPES et al., 2013a).

De acordo com Lopes et al. (2013a), os resultados obtidos até o momento com a cultivar Julieta em condições semiáridas são muito promissores, pois tem apresentado excelente desenvolvimento vegetativo e produtivo.

As cultivares acima citadas, tem também apresentado bons resultados no Estado do Ceará, tanto no que diz respeito à diferenciação floral, quanto na floração e frutificação e qualidade dos frutos, apresentando assim, uma florada abundante, com excelente fixação e qualidade da fruta (LOPES et al., 2013a).

Dessa forma, a cultura da macieira deixa de ser praticada somente nas regiões Sul e Sudeste do país, deslocando-se para outras regiões não tradicionais ao cultivo de frutas de clima temperado (PETRI & LEITE, 2011a).

2.1.4 Produção e qualidade pós-colheita da maçã

A maçã é a segunda fruta mais importante no mundo (70 milhões de toneladas). Elas são consumidas na maioria dos países do mundo durante todo o ano, não só por suas qualidades organolépticas, mas também devido aos avanços tecnológicos na área de conservação (BRAGA et al., 2013).

Segundo Petri & Leite (2008), o fruto da macieira é rico em substâncias pécticas e celulose, que, juntamente com a lignina constituem a fibra. Os teores de proteína e lipídios são baixos, apresentando uma grande variedade de ácidos orgânicos, predominando o ácido málico. Contudo, o consumo de maçã associado a um estilo de vida saudável são fundamentais na prevenção e redução do risco de doenças.

A qualidade dos frutos que chegam à mesa do consumidor é motivo de preocupações entre os produtores. Segundo Kader et al. (2001), a qualidade dos frutos e vegetais é uma combinação de atributos que determinam o seu valor como alimento: aparência visual (frescura, cor, defeitos, doenças), textura (firmeza, suculência, integridade dos tecidos), gosto (sabor, cheiro), valor nutritivo (teor em vitaminas, minerais e fibras), e segurança (ausência de resíduos químicos e contaminação microbiana).

A textura de um alimento diz respeito a um grupo de características físicas relacionadas com a estrutura do alimento, que são avaliadas pelo tacto

e relacionadas com a deformação, desintegração e fluidez do alimento quando se submete a uma força (Bourne,1980). Segundo Cantillano et al. (2006), a firmeza é um atributo muito importante de qualidade de frutos, principalmente no tocante à conservação dos mesmos.

Os fatores mais importantes que afetam a textura de frutos são a integridade estrutural dos componentes celulares (parede celular e lamela média) e a pressão celular, determinada pelo teor de água nos vacúolos (TAIZ; ZEIGER, 2013). De acordo com Chassagne-Berceset al. (2009) a data de colheita do fruto, os fatores climáticos, as práticas de produção e o tempo de vida de prateleira também afetam a textura.

O teor de sólidos solúveis totais é um fator de qualidade de grande importância quanto ao sabor dos frutos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), ele é usado como medida indireta do teor de açúcares, pois à medida que os teores de açúcares vão se acumulando na fruta, os teores sólidos solúveis totais aumentam. Rizzon et al. (2005) descreve que além do aspecto genético, outros fatores interferem na produção de açúcar na polpa, especialmente as variáveis que participam da fotossíntese como intensidade de calor, radiação solar e umidade do solo.

Em macieira, dentre os sólidos solúveis, destacam-se os açúcares simples (frutose, glicose e sacarose) que podem chegar até a 14% do total de açúcares em função da cultivar. Normalmente, a frutose está presente em maiores proporções, conferindo um apelo funcional na elaboração de produtos derivados dessa fruta (CZELUSNIAK et al., 2003).

Argenta (2006), relata que a acidez é um importante atributo de qualidade interna da fruta durante o armazenamento uma vez que, a acidez diminui com a maturação e também durante o armazenamento. De acordo com Córdova (2006), entre os ácidos orgânicos encontrados em maçãs, predomina o ácido málico que, juntamente com os açúcares, ésteres e aldeídos é o principal elemento responsável pelo aroma e sabor característico da fruta.

De acordo com Chagas et al. (2012), a razão entre o teor de sólidos solúvel total expresso em graus Brix e a acidez total titulável ajuda a separar matérias-primas industriais das frutas de interesse comercial, respeitando-se o valor limite de 20. Segundo Fachinello (1996), a relação SS/AT é um importante indicativo do sabor, pois relaciona os açúcares e os ácidos do fruto.

A massa de um fruto está relacionada linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, exceto quando se encontra em estágio avançado de maturação, quando apresenta tendência a perder massa fresca em decorrência da maior permeabilidade da casca (KAYS, 1997).

Conforme Fachinello et al. (1996), o período de crescimento dos frutos pode ser dividido em três fases: fase 1, de multiplicação celular, no final da qual a fruta atinge, praticamente, o número total de células; fase 2, de alongação celular, período em que as células acumulam água e nutrientes, aumentando o volume e tamanho das frutas e fase 3, período em que ocorrem transformações bioquímicas e na qual o aumento do tamanho dos frutos ocorre, principalmente, devido ao acúmulo de água.

Segundo YAO et al. (2001), a redução do nível de água durante o crescimento dos frutos de macieira, especialmente nas fases 2 e 3, tende a diminuir a produtividade da cultura devido à redução do número e, principalmente, do tamanho e peso dos frutos.

Alvarenga e Fortes (1985), descreve que características físicas da maçã, como comprimento, diâmetro, massa e coloração da epiderme, influenciam a aceitabilidade do fruto pelo consumidor, enquanto que as características intrínsecas, como os teores de sólidos solúveis (SS), da acidez titulável (AT) e a relação entre os mesmos são importantes tanto para a industrialização quanto no consumo dos frutos "*in natura*", ao passo que características de peso e tamanho são fundamentais para sua comercialização.

Muitos trabalhos avaliaram atributos pós-colheita em maçãs sob regimes de déficit hídrico. A maior parte relata a influência positiva da manutenção da umidade do solo na qualidade dos frutos em pós-colheita, mostrando a importância do fornecimento de água no manejo da qualidade das frutas (DRAKE e EVANS, 1997).

Contudo, como em toda cultura, a produção, produtividade e qualidade da maçã depende de fatores relacionados ao manejo da planta, do solo e das condições climáticas.

De acordo com Conceição (2010), para obter altas produtividades e frutos de qualidade, é imprescindível a manutenção de condições hídricas adequadas nos solos. Petri (2006) demonstrou que a ocorrência de distúrbios fisiológicos em macieira também é favorecida em condições de déficit hídrico,

principalmente no período inicial do desenvolvimento dos frutos, fase em que os frutos mais acumulam cálcio. Dessa forma, o efeito da umidade do solo durante o crescimento dos frutos varia conforme o período em que ela incide.

2.1.5 Cultivo de macieira no semiárido brasileiro

Nas regiões áridas e semiáridas a disponibilidade de água, devido à irregularidade das chuvas, é o principal fator limitante para o avanço da produção agrícola. Além desse fator, a alta demanda evapotranspirométrica e a baixa capacidade de retenção de água no solo, fazem com que as zonas semiáridas tropicais sejam mais susceptíveis à seca do que as zonas semiáridas de clima temperados (Pimentel, 2004).

As irregularidades na disponibilidade de água ao longo dos meses do ano na região semiárida nordestina têm levado ao uso de técnicas de irrigação, que juntamente com as condições edafoclimáticas e uso de cultivares adaptadas tem proporcionado à região altos índices de produtividade agrícola e reduzindo o ciclo da cultura (PAZ et al., 2000).

Nas últimas décadas o semiárido nordestino tem se destacado como grande produtora e exportadora de frutas tropicais e subtropicais no Brasil, mediante implantações dos perímetros irrigados. Nessa região estão os quatro maiores estados produtores e exportadores de frutas frescas do Brasil (Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte). A região possui mais de 300.000 ha irrigados, localizados nos referidos Estados e no Norte de Minas Gerais (LOPES, 2011).

Em decorrência das condições edafoclimáticas favoráveis nos perímetros irrigados do nordeste brasileiro, notadamente no submédio do Vale do Rio São Francisco, a fruticultura tem se caracterizado por apresentar uma rápida expansão da área cultivada, um elevado crescimento da produção e um significativo desenvolvimento do setor exportador de frutas, condicionando a região a vislumbrar uma perspectiva concreta de promover uma grande melhoria socioeconômica (OLIVEIRA et al., 2011).

Segundo dados da VALEEXPORT, em 2012 a região do Submédio São Francisco produziu aproximadamente 70.000 e 160.000 toneladas, respectivamente, das uvas e mangas exportadas pelo Brasil, resultando juntas em um montante de U\$ 120.000 milhões.

Pesquisas realizadas na Embrapa Semiárido têm demonstrado que existe a possibilidade de cultivo de espécies de clima temperado, com potencial econômico, para as áreas irrigadas do semiárido brasileiro (LOPES et al., 2011). Lopes et al. (2012) relataram que a macieira e outras frutíferas de clima temperado têm sido cultivadas e alcançado boas produtividades na região.

Nesse sentido, o estudo da pomicultura, na região semiárida, pode contribuir para diversificação de culturas em áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, além de permitir a oferta de frutas em épocas diferentes das regiões tradicionalmente produtoras (OLIVEIRA et al., 2013).

2.2. IRRIGAÇÃO

O fator ambiental primordial que afeta o crescimento vegetativo e a produtividade agrícola na maioria das regiões é a disponibilidade hídrica. Geralmente, nas regiões tropicais e subtropicais, a demanda hídrica das espécies vegetais, que é representada pelos processos de transpiração e de evaporação, é suprida pela ocorrência de precipitação pluvial.

Quando a disponibilidade hídrica não é suficiente para atender à demanda, principalmente, das espécies vegetais com importância econômica, faz-se muitas vezes, a intervenção humana por meio da irrigação para corrigir ou minimizar essa deficiência (COELHO FILHO et al., 2011).

Entende-se por irrigação, o fornecimento da água de forma a suprir as necessidades hídricas das culturas de modo a possibilitar o seu desenvolvimento e produção (MANTOVANI et al. 2012).

Gil (2006), afirma que a irrigação é a prática de maior impacto na manutenção da umidade do solo, e outras medidas ajudam a conservar esta umidade, como a eliminação de plantas espontâneas, as quais consomem água e inibem o desenvolvimento da cultura de interesse, bem como o manejo adequado do solo para reter água e favorecer o crescimento de raízes.

Mediante a preocupação mundial em relação ao gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, o uso do método de irrigação localizada (sistema de microaspersão e de gotejamento) tem sido recomendado para uma diversidade de culturas (NOGUEIRA, et al., 1998).

De acordo com Nachtigall (2011), o sistema de irrigação por

gotejamento adapta-se bem às condições de produção de macieiras e demais pomáceas, por direcionar a aplicação de água diretamente no sistema radicular, minimizando perdas por evaporação, além de não alterar o microclima do pomar acima do solo, evitando, com isso, condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de algumas doenças.

Vários autores observaram uma grande economia de água e muitas vezes uma melhoria da qualidade e rendimento dos frutos de macieira quando irrigada por gotejamento, em comparação com a aspersão (CETIN et al 2004; FALLAHI et al. 2010; BRANCO et al. 2013).

Além do sistema de irrigação, a adoção do tempo de irrigação variável para fins de manejo de água é indispensável. De acordo com Pereira et al. (2009), o consumo de água pela macieira é influenciado principalmente pela temperatura, radiação solar global, déficit de pressão de vapor e umidade relativa do ar.

Assim, o conhecimento da evapotranspiração potencial ou de referência pode ser diretamente usado na determinação da quantidade de água a ser aplicada ao solo para suprimento das necessidades hídricas das plantas, principalmente quando se está irrigando o pomar por gotejamento, onde as perdas de água por evaporação são minimizadas (PEREIRA et al., 2009).

A associação dos processos de transpiração e de evaporação resulta na evapotranspiração da cultura (ET_c), a qual é função da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c) (SOARES et al 2006).

A ET_o é a evapotranspiração de uma superfície de referência, que pretende refletir apenas o efeito das condições climáticas, nas necessidades hídricas das plantas. Os coeficientes culturais (K_cs) são coeficientes obtidos experimentalmente que representam o efeito das características da cultura, nas necessidades hídricas globais (PAÇO, 2003).

Nesse contexto, a macieira é uma espécie que apresenta elevada evapotranspiração da cultura (ET_c), por se tratar de uma planta de grande porte e com abundante vegetação, necessitando assim, de quantidades elevadas de água disponível no solo para a obtenção de altas produtividades (NACHTIGALL et al., 2012).

Para o manejo da irrigação da macieira, são normalmente recomendados, valores do K_c na estimativa da demanda hídrica do pomar.

Embora os valores de K_c para a *Malus domestica*, de acordo com recomendações da FAO, variem entre 0,80 e 1,20 durante o ciclo da cultura (ALLEN et al., 2006), nem sempre esses valores publicados se ajustam às condições locais (DRAGONI et al., 2004). Assim, torna-se imprescindível o conhecimento da demanda hídrica e os valores de K_c para macieiras cultivadas em diferentes regiões.

Nesse contexto, as recomendações para o manejo de água, com base em turno de rega, devem ser determinadas para condições específicas de cada região produtora, pois essas condições de clima são muito variáveis (FILGUEIRA, 2008).

De acordo com Kirda et al. (2004), quando se conhece a produção da cultura em relação à lâmina de água aplicada, a utilização da irrigação sob déficit controlado, constitui uma técnica que quando bem empregada, apresenta grande potencial para aumento da eficiência no uso da água, principalmente em locais com baixa disponibilidade hídrica (LORITE et al., 2007) e para uma agricultura sustentável (PIMENTEL, 2006).

2.3. REDUÇÃO HÍDRICA E SEU EFEITO NA FISIOLOGIA DA PLANTA

A água exerce um papel importante para o metabolismo vegetal, assim como para a sua constituição. De acordo com Taiz & Zeiger (2013), a água representa 80 a 90% do peso fresco de uma planta herbácea e aproximadamente 50% das espécies lenhosas.

Além disso, a água é o reagente em muitos processos fisiológicos, incluindo a fotossíntese e a hidrólise do amido em açúcar. Também é o solvente que permite que gases, minerais e outras substâncias possam penetrar nas células e fluir entre as mesmas e entre os vários órgãos do vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Segundo Hong-Bo et al. (2008), o estresse por falta d'água desencadeia uma ampla variedade de respostas na planta, como alterações na expressão gênica e metabolismo celular, diminuições nas taxas de crescimento e produtividade, em decorrências da redução do potencial hídrico das folhas, fechamento estomático e conseqüentemente diminuição das trocas gasosas, o que inibe vários processos bioquímicos e fisiológicos, como a fotossíntese, respiração e absorção de íons. A deficiência hídrica também diminui a

absorção de nutrientes pela raiz e transporte para a parte aérea, devido à restrição da taxa de transpiração, o que altera o transporte (KRAMER; BOYER, 1995).

Nesse sentido, o seu efeito no crescimento das raízes e da planta como um todo depende de como é aplicada, da permeabilidade do solo regulamente umedecido, das condições físicas relacionadas ao movimento da água para a planta, além da interação entre estes fatores e a necessidade hídrica da planta nos diferentes estágios fenológicos (ALBUQUERQUE & DURÃES, 2008).

Dessa forma, a resposta das plantas ao estresse hídrico depende de sua intensidade, do genótipo, do estágio de desenvolvimento e do tipo de órgão e célula considerados, e podem apresentar respostas em nível morfológico, fisiológico, celular e metabólico (BRAY, 1997).

Segundo Pimentel (2004), o conhecimento da relação entre planta e água é de grande importância para a economia de água e aumento da produtividade agrícola, sobretudo em países tropicais, como o Brasil.

Em condição de déficit hídrico no solo, a redução do crescimento e as perdas de rendimento das culturas ocorrem, principalmente, em razão do fechamento estomático que diminui a entrada de CO_2 , com consequente redução da fotossíntese (STRECK, 2004).

Dessa forma, condições de seca afetam a difusão de CO_2 através das folhas devido a uma queda da condutância estomática e do mesófilo (FLEXAS et al., 2004). Segundo Chaves et al. (2009), os estômatos se fecham em resposta ao declínio da turgescência das células, ao alto déficit de pressão de vapor na atmosfera ou a sinais químicos gerados nas raízes. Já a redução da condutância mesofílica pode ser causada por alterações físicas na estrutura foliar ou por alterações na bioquímica e/ou permeabilidade das membranas (CHAVES et al., 2009).

Contudo, a restrição da concentração interna de CO_2 , em razão do fechamento dos estômatos (QUICK et al., 1992) pode também provocar fotoinibição pela diminuição do uso de elétrons para fotossíntese (ROLAND et al., 2006), dessa forma, o excesso de energia química produzido durante a fase fotoquímica pode ser dissipado através da fotorrespiração, que protege o aparato fotossintético (SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011).

De acordo com García-Sánchez et al. (2007), as plantas têm também diversos mecanismos para amenizar a condição estressante, tais como: aumento da relação raiz-parte aérea, folhas menores e em menor número e acúmulo de solutos. Estas respostas limitam o consumo de água pela planta e ajudam a manter o status da água e, portanto, o metabolismo da planta (CHAVES et al., 2009).

O acúmulo de solutos para diminuir o potencial osmótico da folha permite à planta manter a hidratação da parte aérea quando o solo se torna mais seco. Logo, mantêm-se o turgor celular e por consequência os estômatos permanecem abertos, as trocas gasosas ocorrem e o efeito do déficit hídrico no crescimento da planta é reduzido (CHAVES et al., 2009).

Assim, as plantas sob deficiência hídrica apresentam alterações morfofisiológicas, tais como, redução da transpiração, da condutância estomática, da fotossíntese (comprometimento das etapas fotoquímica e bioquímica), da modificação da atividade de enzimas do metabolismo do carbono e mudanças nos teores de antioxidante (RIBEIRO et al., 2013).

Algumas destas respostas visam reduzir os efeitos deletérios da baixa disponibilidade hídrica, constituindo, portanto, mecanismos de tolerância à seca (KRAMER, 1980). De acordo com Hu & Xiong (2014), algumas espécies têm desenvolvido mecanismos de tolerância para sobreviver à seca intensa, por meio do acúmulo de osmoprotetores e antioxidantes.

1 **Floração, frutificação e fisiologia da macieira sobre diferentes lâminas de** 2 **irrigação no semiárido brasileiro**

3 4 **Resumo**

5 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação
6 na floração, frutificação efetiva, teores de carboidratos e proteínas e nas trocas
7 gasosas de duas cultivares de macieira no semiárido brasileiro. O
8 delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas,
9 com cinco repetições, sendo as parcelas quatro lâminas de irrigação (60; 80;
10 100; e 120 % da evapotranspiração de referência (ET_o) e as subparcelas duas
11 cultivares (Julieta e Princesa). Como resultado verificou-se que o número de
12 flores (NFL), de frutos (NFR), a porcentagem de brotações (PB) e a frutificação
13 efetiva (FR) foram superiores na cv. Julieta, enquanto o número de gemas
14 (NG) e o índice de fertilidade (IF) foram superiores na cv. Princesa.. Quanto
15 aos metabólitos, o teor de açúcar redutor (AR) não apresentou efeito
16 significativo entre as cultivares, sendo o teor de açúcar não reduzido(ANR),
17 açúcar solúvel total (AST) e o total de proteínas solúveis (TPS) superior na cv.
18 Princesa. Quanto às lâminas de irrigação, o TPS, a brotação, a floração e a
19 frutificação efetiva aumentaram juntamente com a quantidade de água
20 aplicada, enquanto que o teor de AR, ANR, AST, apresentaram comportamento
21 oposto.

22 **Palavras chave:** Regime hídrico, *Malus domestica*, órgãos reprodutivos,
23 metabólitos

24 25 **Irrigation levels and their influence on flowering and fruit set of apple** 26 **trees in the Brazilian semiarid**

27 28 **Abstract**

29 The objective of this study was to evaluate the effect of different irrigation levels
30 at flowering, fruit set, carbohydrate and protein content and gas exchange in
31 two apple cultivars in the Brazilian semiarid region. The experimental design
32 was a randomized block with split plots with five repetitions, with the four
33 installments irrigation levels (60; 80; 100; and 120% of the reference
34 evapotranspiration (ET_o)) and the subplots two cultivars (Julieta and Princesa).

35 As a result it was found that the number of flowers (NFL), fruits (NFR), the
36 percentage of shoots (PB) and fruit set (FR) were higher in cv. Julieta, while the
37 number of buds (NG) and the fertility index (FI) were higher in cv. Princesa.
38 With regard to metabolites, reducing sugar content (RA) had no significant
39 effect among cultivars, and the sugar content does not redoubt (ANR), the total
40 soluble sugar (AST) and total soluble proteins (TPS) Top in cv. Princesa. As for
41 the irrigation levels, TPS, budding, flowering and fruit set increased with the
42 amount of water applied, while the AR content, ANR, AST showed opposite
43 behavior.

44 **Keywords:** water regime, *Malus domestica*, reproductive organs, metabolites

45

46 **Introdução**

47 A macieira (*Malus domestica* Borkh) é uma cultura de grande
48 importância socioeconômica no mundo, e no Brasil é uma das principais
49 frutíferas de clima temperado cultivadas, com 98% da produção nacional
50 localizada na Região Sul (IBGE, 2014). No entanto, a fruticultura está
51 expandindo-se para regiões não tradicionais ao cultivo de frutas de clima
52 temperado (Lopes et al., 2013a); Miranda et al., 2015a e 2015b).

53 Segundo Roberto et al. (2006) para se obtenção de brotação e floração
54 satisfatórias de macieira em regiões onde ocorre baixa incidência de frio é
55 necessária à utilização de cultivares com baixa exigência de horas de frio. De
56 acordo com Lopes et al. (2013b) as cultivares de macieira ‘Princesa’ e ‘Julieta’
57 apresentam, respectivamente, exigências de aproximadamente 350 a 450 e
58 300 a 450 horas de frio para a superação natural de dormência. Essas
59 cultivares têm demonstrado bons resultados no Estado do Ceará, tanto na
60 diferenciação floral, quanto na floração, frutificação e qualidade dos frutos
61 (Lopes et al., 2013b).

62 O florescimento, a polinização e a fixação dos frutos são as fases
63 fenológicas mais críticas da macieira (Cardoso, 2011), pois nestes períodos
64 são determinados os componentes do rendimento. Prado et al. (2007)
65 observaram que o manejo de água afeta o florescimento, o crescimento e a
66 formação de reservas em frutíferas.

67 Peixoto et al. (2006) afirmam que os estudos das relações hídricas das
68 plantas e das interações causadas pelo déficit hídrico sobre os processos

69 fisiológicos são de fundamental importância para a realização de um bom
70 cultivo irrigado, especialmente em regiões semiáridas. García-Tejero et al.
71 (2011) observaram em frutífera cultivada em clima semiárido Mediterrâneo que
72 a aplicação do déficit de irrigação-sustentada oferece possibilidades
73 promissoras para otimizar a irrigação da cultura e aumentar a produtividade da
74 água no pomar.

75 Além disso, Ribeiro et al (2013) relatam que as plantas sob deficiência
76 hídrica apresentam alterações como, redução da transpiração, da condutância
77 estomática, da fotossíntese, da modificação da atividade de enzimas do
78 metabolismo do carbono e mudanças nos teores de antioxidante. Contudo, os
79 carboidratos acumulados no sistema radicular, ramos e nas folhas das plantas
80 consistem em importante fonte de carboidratos na floração e nos estádios
81 iniciais da formação e o desenvolvimento de flores e frutos (Cruz et al., 2007).

82 Dessa forma, tendo em vista o potencial de cultivo da macieira no
83 semiárido e poucas informações para auxiliar no manejo eficiente da irrigação
84 desta cultura na região, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito
85 de diferentes lâminas de irrigação sobre a floração, frutificação efetiva, teores
86 de carboidratos e proteínas e trocas gasosa de macieiras (cultivares Julieta e
87 Princesa) nas condições do semiárido brasileiro.

88

89 **Material e Métodos**

90 O experimento foi conduzido em um pomar experimental da fazenda
91 Corcino Frutas, localizada no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Núcleo
92 5, Petrolina – PE, entre outubro e dezembro de 2014. O estudo foi realizado
93 com macieira (*Malus domestica*), com 2 anos de idade, propagada por enxertia
94 (porta-enxerto de 'Maruba' com filtro de 'M9'), e cultivada em espaçamento 4,0
95 x 1,25 m.

96 O trabalho foi conduzido no delineamento experimental em blocos ao
97 acaso com cinco repetições, sendo dez plantas por parcela. Os tratamentos
98 foram arranjados em parcelas subdivididas, sendo as parcelas quatro lâminas
99 de irrigação (60, 80, 100 e 120% da Evapotranspiração de Referência (ET_o), e
100 as subparcelas as cultivares Julieta e Princesa.

101 O sistema de irrigação utilizado foi duas linhas de gotejamento, com
102 vazão dos emissores de 2,1 l h⁻¹, com turno de rega diário. As irrigações foram

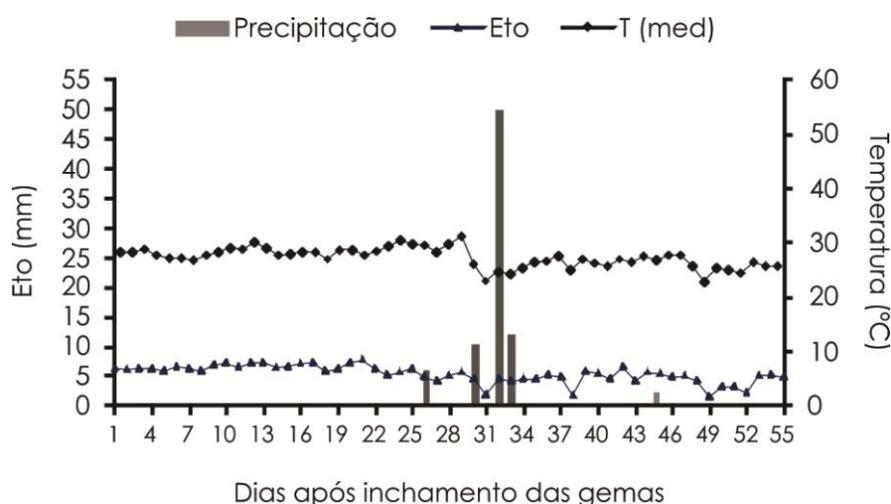
103 realizadas com base na ETo, calculada pelo método de Penman-Monteith a
 104 partir de dados climáticos coletados na estação meteorológica localizada
 105 próximo ao local do experimento.

106 Os dados climáticos registrados durante o período experimental se
 107 encontram na Figura 1.

108

109

110



111

112 **Figura 1.** Valores de temperatura média (T), da evapotranspiração de
 113 referência (ETo) e da precipitação, durante o período experimental, equivalente
 114 aos 55 dias após o inchamento das gemas(DAIG) a partir de outubro de 2014.

115 As avaliações tiveram início no período de inchamento das gemas,
 116 tendo sido escolhidos, em cada parcela experimental, dois ramos na altura
 117 média da copa, expostas ao sol, sendo as avaliações feitas do ápice até um
 118 comprimento de 35 cm do ramo.

119 Avaliou-se o índice de fertilidade a partir da relação direta entre o
 120 número de gemas floríferas e o comprimento dos ramos, expresso em número
 121 de gemas floríferas por centímetro de ramo, como também a contagem do
 122 valor médio de gemas floríferas, de flores e de frutos, a porcentagem de gemas
 123 brotadas e a frutificação efetiva (obtida da relação entre o número de frutos e
 124 número de cachos florais contados durante a plena floração, expresso em
 125 porcentagem) com base na metodologia de Tomaz et al. (2010).

126 Avaliaram-se as trocas gasosas 29 dias após o inchamento das gemas,
 127 em medições pontuais, entre 8 e 10 horas do dia, em folhas totalmente

128 expandidas e completamente formadas. As leituras foram feitas com a
129 utilização do aparelho medidor de trocas gasosas (IRGA – Modelo Li 6400
130 Licor[®]). Foram realizadas medições da temperatura foliar, taxas de fotossíntese
131 líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s), concentração interna
132 de $CO_2(C_i)$ e radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Com os dados de
133 trocas gasosas foram determinadas a eficiência instantânea de uso da água (A
134 E^{-1}) e a eficiência intrínseca do uso da água ($A g_s^{-1}$).

135 Para determinação do teor de carboidratos e proteínas foram
136 selecionadas e coletadas (aos 22 dias após o inchamento da gemas folhas de
137 ramos esporões mais expostas à luz solar, totalmente expandidas, sem sinais
138 de senescência e sadias. As folhas foram imediatamente imersas em nitrogênio
139 líquido, ensacadas, identificadas segundo sua procedência e armazenadas em
140 freezer com temperatura com $-20^{\circ}C$, até as análises bioquímicas.

141 Foram avaliados os teores foliares de açúcares redutores,
142 quantificados pelo método Dinitrossalicilato – DNS, que quantifica a glicose,
143 frutose e manose nos tecidos vegetais (Miller, 1959); açúcares solúveis totais,
144 segundo metodologia descrita por Yemm & Willis (1954); e proteínas seguindo
145 o método descrito por Bradford (1976), usando como proteína padrão albumina
146 de soro bovina (BSA, Sigma, USA). Com os dados de açúcares redutores e
147 açúcares solúveis totais foi estimado o teor de açúcares não redutores.

148 Os dados foram submetidos à análise de variância, a comparação de
149 médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e quando
150 significativos às lâminas de irrigação, à análise de regressão em nível de 5%
151 de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar.

152

153 **Resultados e Discussão**

154 De acordo com os resultados não houve efeito significativo da interação
155 lâmina e cultivar que podem ser observados na Tabela 1.

156

157 Tabela 1. Quadrados médios e teste de significância para as variáveis
158 fotossíntese (A), transpiração (E); condutância estomática (g_s); concentração
159 interna de CO_2 (C_i); temperatura foliar (T_f); eficiência instantânea de uso da
160 água ($A E^{-1}$); eficiência intrínseca de uso da água ($A g_s$) e Radiação
161 fotossinteticamente ativa (PAR).

F.V.	GL	A	E	g_s	C_i	T_F	$A E^{-1}$	$A g_s^{-1}$	PAR
Bloco	4	18,70 ^{ns}	4,43 ^{ns}	0,02 ^{ns}	90,33 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,02 ^{ns}	31,93 ^{ns}	37999,23 ^{ns}
Lâmina (L)	3	30,61 ^{ns}	7,26 ^{ns}	0,03 ^{ns}	68,57 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	44,81 ^{ns}	20778,90 ^{ns}
Resíduo (L)	12	19,52	3,94	0,01	96,18	0,39	0,06	27,05	22621,29
Cultivar (C)	1	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,06 [*]	0,00 ^{ns}	7,39 ^{ns}	1728,57 ^{ns}
L x C	3	2,56 ^{ns}	3,41 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,39 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,56 ^{ns}	24,26 ^{ns}	11719,21 ^{ns}
Resíduo (C)	16	10,71	1,38	0,01	127,33	0,17	0,64	29,71	14673,59
CV - L (%)	-	26,09	19,67	25,11	5,06	1,67	15,32	13,87	8,46
CV - C (%)	-	19,93	11,64	22,59	4,51	1,12	15,12	14,54	6,81
Média		16,93	10,09	0,46	252,99	12,72	1,67	37,5	1777,76

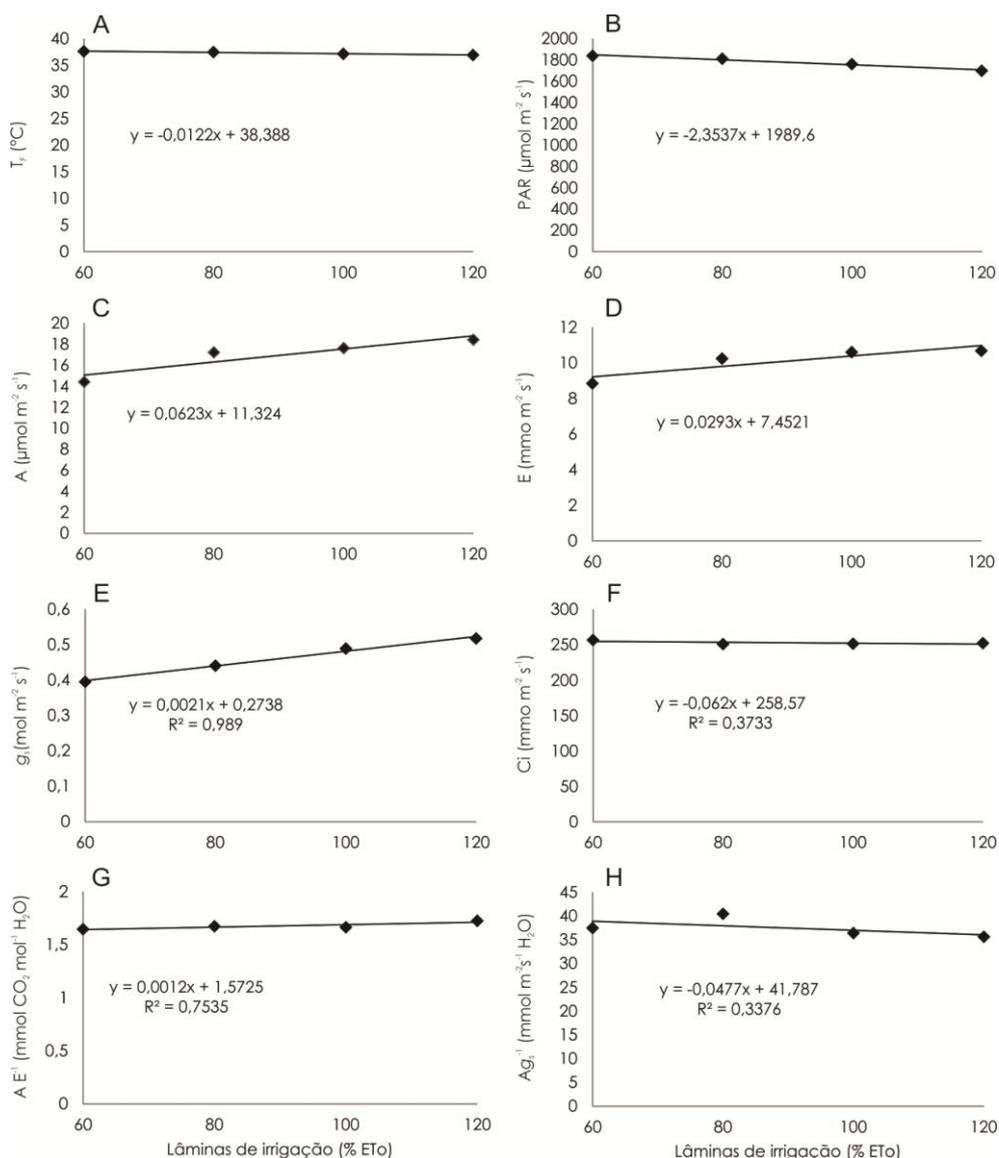
162 Obs: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de F
 163 a 5% de probabilidade.

164
 165 Contudo, no presente estudo foi observado o efeito isolado das lâminas de
 166 irrigação. Com base na análise de regressão para as variáveis (T_f), (PAR), (A),
 167 (E) e (g_s), o modelo linear foi o que melhor se ajustou, sendo que as demais
 168 variáveis não apresentaram um modelo ajustável.

169 Na Figura 2, encontram-se os dados referentes ao período de floração de
 170 plantas de macieira, particularizando os efeitos das lâminas sobre as variáveis
 171 determinantes das trocas gasosas.

172 Para avaliação da atividade fotossintética, considerando as duas cultivares,
 173 verifica-se que ao aumentar as lâminas de irrigação ocorreu um pequeno
 174 aumento da condutância estomática, da atividade fotossintética e da
 175 transpiração. Este fato provavelmente ocorreu pela maior disponibilidade de
 176 água, devido ao aumento da umidade do solo nas proximidades do sistema
 177 radicular (Kobayashi et al. 2008).

178
 179
 180
 181
 182
 183
 184



185

186 **Figura 2.** Efeito da aplicação de lâminas de irrigação sobre: A- temperatura
 187 foliar (T_f); B- Radiação fotossinteticamente ativa (PAR); C- fotossíntese (A), D-
 188 transpiração (E); E- condutância estomática (g_s); F- concentração interna de
 189 CO₂ (C_i); G- eficiência instantânea de uso da água (A E⁻¹); H- eficiência
 190 intrínseca de uso da água (A g_s) em folhas de macieira, submetida a diferentes
 191 lâminas de irrigação.

192

193

194

195

196

197

198

Uma hipótese que poderia explicar o fato das trocas gasosas em macieira não ter sido influenciada pelas distintas lâminas de irrigação impostas durante a data de avaliação, seria o fato de ter ocorrido uma chuva de 6,0 mm três dias antes da amostragem, no qual, apesar de ter ocorrido uma evapotranspiração de 20,1 mm neste período, tal fato pode ter influenciado na disponibilidade de água para a planta entre os tratamentos. Uma hipótese que

199 poderia explicar o fato das trocas gasosas em macieira não ter sido
200 influenciada pelas distintas lâminas de irrigação impostas durante a data de
201 avaliação, seria o fato de ter ocorrido uma chuva de 6,0 mm dias antes da
202 amostragem, no qual, apesar de ter ocorrido uma evapotranspiração de 5,0
203 mm neste período, algum resíduo de água no solo poderia ter interferido na
204 disponibilidade de água para a planta entre os tratamentos. Outro fato é de que
205 as medidas momentâneas de trocas gasosas podem não refletir o autêntico
206 comportamento fisiológico da planta frente à condição de estresse ao longo de
207 todo dia e, portanto, necessitam ser avaliadas com certa precaução (SILVA et
208 al., 2013).

209 Neste contexto Taiz e Zeiger (2013), reportam que no curso diário
210 natural ocorre desbalanço entre a água absorvida pelo sistema radicular e a
211 transpirada pelas folhas, independente da condição de suprimento hídrico, em
212 função da oscilação da demanda evaporativa da atmosfera ao longo do dia.
213 Desse modo, é possível que em alguma hora do dia fossem detectadas
214 diferenças significativas entre os tratamentos de déficits de irrigação, uma vez
215 que as leituras foram realizadas apenas no período da manhã (SILVA et al.,
216 2013) e a demanda evapotranspirométrica, nesta época, na região em estudo é
217 bastante elevada.

218 Outra hipótese que provavelmente contribuiu para as variáveis
219 correlacionadas com a atividade fotossintética não apresentarem alterações
220 significativas, pode ter sido ao fato que durante o período de avaliação as
221 macieiras estavam utilizando as reservas acumuladas na fase vegetativa para
222 o desenvolvimento inicial dos órgãos reprodutivos. Uma vez que, o
223 desenvolvimento inicial da área foliar de macieira é devido às reservas de
224 carbono e nutrientes armazenadas na planta nos ciclos anteriores (Iuchi, 2006).

225 A tabela 2 mostra a comparação entre as cultivares de macieira de
226 parâmetros determinantes das trocas gasosas. Ao comparar de forma pontual
227 as cultivares em relação à atividade fotossintética, apenas a temperatura foliar
228 apresentou diferenças significativas. Medida entre as 8 às 10 h, verificou-se
229 uma diferença de aproximadamente de 0,18 °C. Entretanto, esta diferença não
230 afetou o processo fotossintético das folhas.

231

232

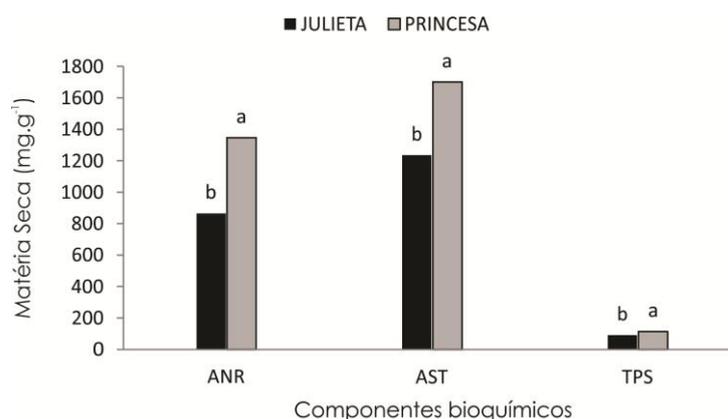
233 **Tabela 2.** Fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s),
 234 concentração interna de CO_2 (C_i), temperatura foliar (T_f), eficiência instantânea
 235 de uso da água ($A E^{-1}$) e eficiência intrínseca de uso da água ($A g_s^{-1}$); em folhas
 236 de duas cultivares de macieira, submetidas a diferentes lâminas de irrigação.

	A	E	g_s	C_i	T_f	PAR	$A E^{-1}$	$A g_s^{-1}$
Julieta	16,9a	10,1a	0,45a	252,9a	37,5a	1784,3a	1,7a	37,9a
Princesa	17,0a	10,1a	0,47a	253,1a	37,1b	1771,2a	1,7a	37,1a
CV %	19,93	11,64	22,59	4,51	1,12	6,81	15,12	14,54

237 Obs: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de F
 238 a 5% de probabilidade.

239 Alizadeh et al. (2011) avaliando os impactos do estresse hídrico na
 240 fisiologia de diferentes porta-enxertos de macieira em condições áridas do Irã,
 241 observaram um aumento na temperatura foliar com o aumento do nível de
 242 estresse, de acordo com esses autores essa diferença de temperatura foliar
 243 entre as variedades é um indicativo de diferença entre as mesmas com relação
 244 à tolerância à seca.

245 Quanto aos resultados referentes às análises bioquímicas foliares, na
 246 Figura 3 estão representadas as médias das variáveis avaliadas quanto ao
 247 fator cultivar, na qual, apenas a variável açúcar redutore (AR) não apresentou
 248 efeito significativo.



249 **Figura 3.** Açúcares não redutores (ANR), açúcares solúveis totais (AST) e
 250 totais de proteínas solúveis (TPS) nas folhas das cultivares de macieira Julieta
 251 e Princesa, durante a floração.
 252

253

254 No presente trabalho, o maior teor de AST nas folhas foi observado nas

255 plantas da cv. Princesa com a concentração de 1.700,6 mg g⁻¹ diferindo da cv.
256 Julieta com 1.234,9 mg g⁻¹.

257 Em relação aos ANR, foi verificado comportamento semelhante ao dos
258 AST, ou seja, observaram-se os maiores teores para a cv. Princesa (1.347 mg
259 g⁻¹) quando comparada com a cv. Julieta (865,3 mg g⁻¹).

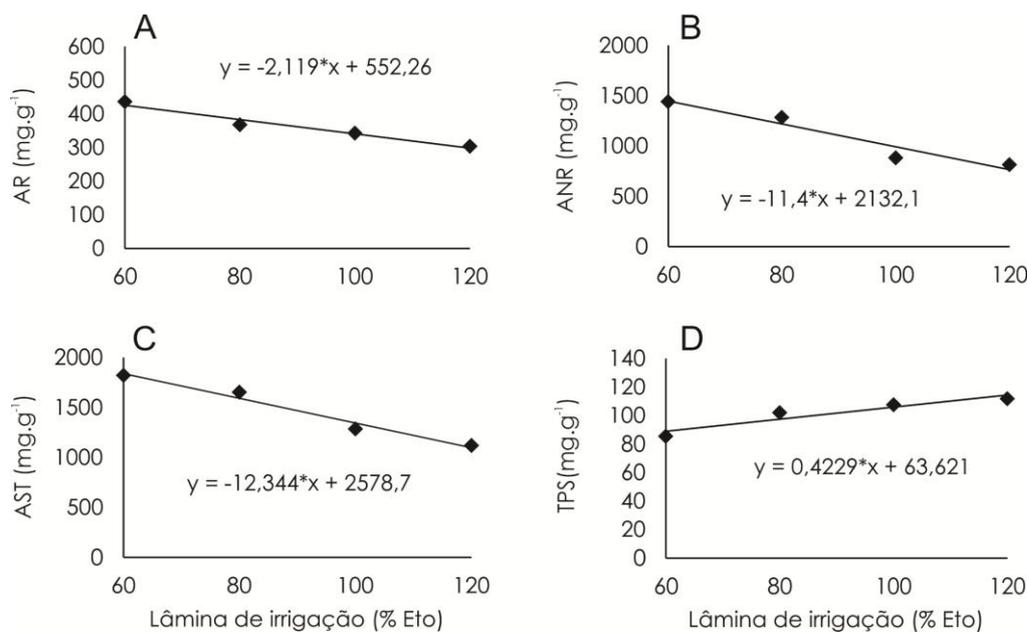
260 Borba et al. (2005) observaram em frutífera pertencente à família das
261 rosáceas, cultivados em clima tropical, dois períodos distintos no fluxo de
262 carboidratos nas raízes. O primeiro fluxo com acúmulo de carboidratos nas
263 raízes, no período após a colheita até a queda das folhas (dormência). E o
264 segundo fluxo de carboidratos, no início do ciclo de produção, com a
265 mobilização das reservas das raízes para a copa.

266 Assim, o aumento nos teores de carboidratos foliares observado no
267 presente trabalho, pode ser em virtude da mobilização das reservas das raízes
268 para a copa, reservas estas que foram utilizadas no crescimento inicial de
269 órgãos reprodutivos. Pois, logo após o florescimento de várias espécies
270 frutíferas, a demanda por fotoassimilados aumenta nos drenos, e os
271 carboidratos de reservas (amido) são convertidos em açúcares solúveis,
272 disponíveis para uso no estabelecimento e na fixação dos frutos (Prado et al.,
273 2007).

274 Quanto ao TPS foliares foi possível observar diferença significativa
275 entre as cultivares de macieira, submetidas a diferentes regimes hídricos. De
276 acordo com Kala & Godora (2011), o teor de proteínas pode diminuir pela ação
277 de proteases ou proteólise, em função da redução da disponibilidade hídrica.
278 Além disso, o consumo ou produção de proteínas está relacionado à expressão
279 gênica de cada espécie, fator este determinante para a recuperação ao
280 estresse de uma forma menos dispendiosa à manutenção do crescimento e
281 desenvolvimento da planta (Santos et al., 2013).

282 As variáveis AR, ANR, AST e TPS também apresentaram efeitos
283 significativos quanto às lâminas de irrigação aplicadas e, de acordo com a
284 análise de regressão, o modelo linear foi o que melhor se ajustou (Figura 4).

285



286

287 **Figura 4.** Açúcares Redutores (AR), Açúcares Não Redutores (ANR), Açúcares
 288 Solúveis Totais (AST), Totais de Proteínas Solúveis (TPS) de macieira
 289 submetida a diferentes lâminas de irrigação durante a floração.

290

291 As plantas sob as diferentes lâminas de irrigação apresentaram um
 292 aumento gradual na concentração de AR (Figura 4A), de ANR (Figura 4B) e
 293 AST (Figura 4C) em suas folhas à medida que se reduziram as lâminas de
 294 irrigação. Alterações nos teores de carboidratos também foram detectadas em
 295 macieira quando estas foram expostas a lâminas com menor disponibilidade
 296 hídrica (Sircelj et al., 2007; Sivaci, 2006).

297

298 De acordo com Costa et al. (2008), o déficit hídrico é caracterizado pela
 299 perda de água que excede a taxa de absorção e deste modo atua diretamente
 300 nas relações de água de plantas, em que os danos à planta dependem da
 301 intensidade e do período de exposição, posteriormente, promovendo mudanças
 302 na célula e as vias moleculares, assim como é relatada acumulação de solutos
 303 orgânicos, como os carboidratos e prolina.

303

304 Segundo Oliveira et al. (2013a) os açúcares redutores como a glicose
 305 geralmente é utilizada pelas plantas para a realização de suas funções
 306 metabólicas, assim como para a formação e emissão de brotações vegetativas
 307 e floríferas.

307

308 Além disso, um aumento progressivo no valor total dos carboidratos
 309 solúveis como o sorbitol, sacarose e amido, nas células melhoram a resistência

309 das plantas, tal efeito é caracterizado como adaptação da cultura ao déficit
310 hídrico e estudado em diversas culturas (Fioreze et al., 2011).

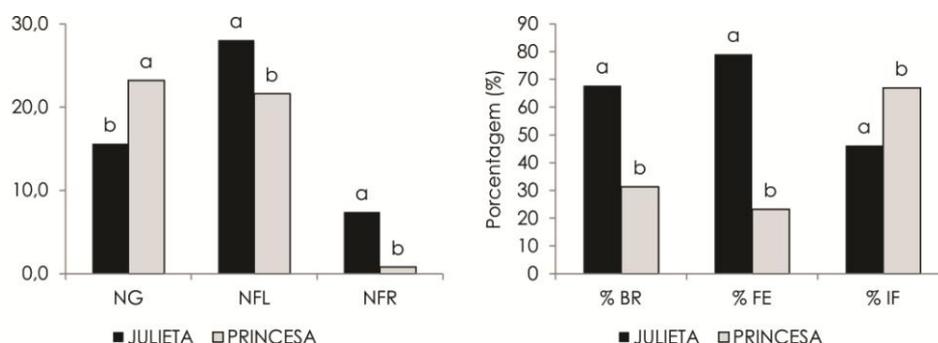
311 Para os teores de TPS foliares, foi observada redução linear, onde a
312 lâmina com 120% ETo apresentou em torno de 112 mg g⁻¹, caindo para 85 mg
313 g⁻¹ na lâmina com 60% ETo(Figura 4D).

314 A redução das proteínas solúveis apresentadas nas plantas sob
315 estresse hídrico provavelmente ocorreu devido ao aumento da atividade
316 enzimática das proteases, já que esta enzima promove a quebra das proteínas
317 e, conseqüentemente, diminui a proteína apresentada na planta sob condições
318 de estresse abiótico (Taiz e Zeiger, 2013).

319 Para as variáveis avaliadas referentes à floração e frutificação houve efeito
320 significativo da interação lâminas e cultivares apenas para o parâmetro
321 frutificação efetiva. As demais variáveis apresentaram efeito significativo para
322 os efeitos isolados. A Figura 5 contém variações para as cultivares
323 relacionadas com a floração e frutificação efetiva.

324

325



326

327

328 Figura 5. Número de gemas (NG), número de flores (NFL), número de frutos
329 (NFR), porcentagem de brotações (BR), de frutificação efetiva (FR) e de índice
330 de fertilidade (IF) em duas cultivares de macieira cultivadas em clima
331 semiárido.

332

333 Na figura 5A, a cultivar Julieta foi a que apresentou melhor resultado
334 quanto à fixação de flores e suas transformações em frutos, diferindo da cv.
335 Princesa. Esse comportamento pode estar associado a fatores intrínsecos para
336 cada cultivar. De acordo Lopes et al. (2013a) é comum à primeira colheita de

337 macieira, sob condições semiárida brasileira, apresentar um baixo rendimento.

338 A cv. Princesa mesmo apresentando o maior índice de fertilidade e
339 número de gemas por ramo apresentou número de flores inferior, quando
340 comparada a cv. Julieta, demonstrando as especificidades entre as cultivares.

341 Além das considerações puramente genéticas relacionadas à indução,
342 muitos outros fatores podem está correlacionados. Fatores ambientais
343 (temperatura, radiação solar, disponibilidade hídrica), estresses abióticos
344 ocorridos antes e durante a fase de diferenciação das gemas, como também
345 algumas práticas culturais (tipo e época de poda, raleio, sistemas de condução,
346 fertilização, irrigação, tratamentos químicos) tem sido identificados como
347 moduladores na regulação da indução floral e importantes causas capazes de
348 modificar as fases da diferenciação floral (Neri et al. 2010).

349 Observa-se na Figura 5B que a cv. Julieta apresentou maior percentual
350 de brotações, contudo ambas as cultivares apresentaram valores aceitáveis,
351 pois segundo Oliveira et al. (2013b) para o desenvolvimento e boa formação do
352 pomar de macieira em condições semiáridas, o índice de brotação deve ser
353 aproximado de 35,56% (valor satisfatório).

354 A porcentagem de frutificação efetiva da cv. Julieta (Figura 5B) é
355 indício do alto potencial da cv. Princesa como polinizadora. De acordo com
356 Junho et al. (2010), a cv. Princesa apresenta ótimas características como
357 cultivar polinizadora, por conjugar número de anteras/flor, número de grão de
358 pólen/antera e capacidade germinativa do pólen em níveis satisfatórios.
359 Contudo, apesar da baixa frutificação observada neste trabalho para a cultivar
360 polinizadora Princesa, Lopes et al. (2013a) encontraram um alto potencial
361 desta quanto à produção de maçã em clima semiárido.

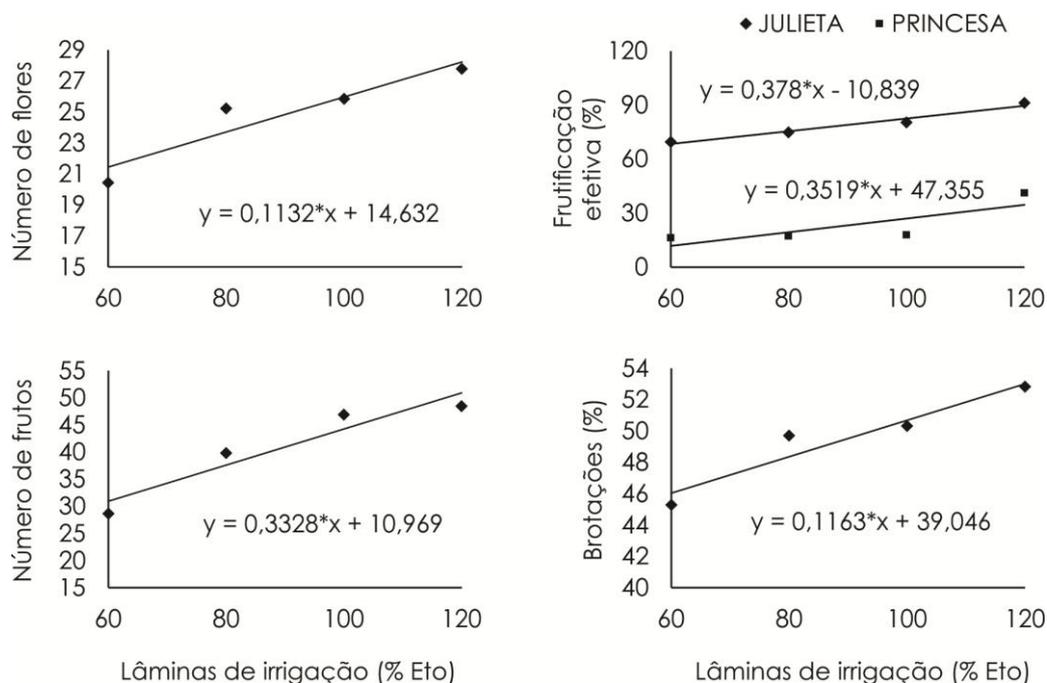
362 A variável frutificação efetiva apresentou interação entre lâminas e
363 cultivares, já as variáveis NFL, NFR e porcentagem de brotações (PB)
364 apresentaram efeito significativo para lâmina (Figura 6). De acordo com a
365 análise de regressão, o modelo linear foi o que melhor se ajustou, sendo que a
366 maior lâmina de irrigação (120 % ETo) proporcionou, estatisticamente, melhor
367 resposta quando comparado aos demais tratamento.

368

369

370

371
372
373
374
375



376
377
378
379
380

Figura 6. Frutificação efetiva (A), número de flores emitidas(B), número de frutos (c) e porcentagem de brotações de gemas floríferas (D) de macieira submetida a diferentes lâminas de irrigação.

381 O número de flores (Figura 6A) e o número de frutos (Figura 6C)
382 aumentaram progressivamente com o incremento da irrigação, demonstrando
383 assim a influência direta da irrigação na relação entre flores emitidas e frutos
384 produzidos.

385 Em ambas as cultivares avaliadas, observa-se que para a relação
386 percentual entre o número de frutos e o número de flores por ramo (Figura 6B),
387 o tratamento onde se empregou a maior lâmina de irrigação (120 % ETo),
388 apresentou melhor resposta, resultando em maior eficiência da frutificação das
389 macieiras, sendo a cv. Julieta estatisticamente superior. A menor frutificação
390 observada pode ser explicada pela menor porcentagem de brotações
391 observadas tanto na cv. Princesa (Figura 5B) quanto na lâmina com 60 % da
392 ETo (Figuras 6D), onde as condições não foram suficientes para promover uma

393 boa brotação.

394 Observa-se na Figura 5D que a porcentagem de brotações foi
395 crescente em relação à lâmina de irrigação aplicada. Esse resultado corrobora
396 com o que foi descrito por Fioravanço et al. (2012) onde boas disponibilidade
397 de água para macieira proporcionam boas condições para a brotação.

398

399 **Conclusões**

400 A redução da irrigação durante a floração aumentou os conteúdos de
401 carboidratos nas folhas de macieira

402 As cultivares de maçã Julieta e Princesa aumentam a brotação, a
403 floração e a frutificação efetiva com o aumento da lâmina de irrigação.

404 A cv. Julieta proporcionou um bom rendimento dos frutos superiores a
405 cv. Princesa.

406

407 **Referências**

408 Alizadeh, A., Alizade, V., Nassery, L., Eivazi, A. 2011. Effect of drought stress
409 on apple dwarf rootstocks. *Technical Journal of Engineering and Applied
410 Science*, 1: 86-94.

411 Borba, M.D.C., Scarpore Filho, J.A., Kluge, R.A. 2005. Teores de carboidratos
412 em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima
413 tropical. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27: 68-72.

414 Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of
415 microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.
416 *Analytical Biochemistry* 72: 248-258.

417 Cardoso, L.S. 2011. *Modelagem aplicada à fenologia de macieiras 'Royal
418 gala'e 'Fuji suprema'em função do clima, na região de Vacaria, RS*. 166 f.
419 (Tese de doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande Do
420 Sul, Porto Alegre, Brasil.

421 Costa, R.C.L., Lobato, A.K.S., Oliveira Neto, C.F., Maia, P.S.P., Alves, G.A.R.,
422 Laughhouse Iv, H.D. 2008. Biochemical and physiological responses in two
423 *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivars under water stress. *Agronomy Journal* 7:
424 98- 101.

425 Cruz, M.C.M., Siqueira, D.L., Salomão, L.C.C., Cecon, P.R., Santos, D. Dos.
426 2007. Teores de carboidratos em limeiras ácidas 'Tahiti' tratadas com
427 paclobutrazol. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29: 222-226.

428 Fioravanço, J.C., Czermainski, A.B.C, Alves, S.A.M. Condições meteorológicas
429 e sua influência na safra de maçã de 2011/12 em Vacaria, RS. *Embrapa Uva e
430 Vinho*. Comunicado Técnico, 2012.

- 431 Fioreze, S.L., Pivetta, L.G., Fano, A., Machado, F.R., Guimarães, V.F. 2011.
432 Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em
433 casa de vegetação. *Revista Ceres* 58: 342-349.
- 434 García-Tejero, I., Muriel-Fernández, J.L. 2011. Long-term impact of sustained-
435 deficit irrigation on yield and fruit quality in sweet orange cv. Salustiana (SW
436 Spain). *Comunicata Scientiae* 2: 76-84.
- 437 IBGE. Banco de dados agregados. 2014. *Informações Estatísticas* Disponível
438 em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30.10.2014.
- 439 IUCHI, V. L. 2006. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. A cultura da macieira.
440 Florianópolis, p. 59-104.
- 441 Junior, C.L.D.A., Denardi, F., Dantas, A.C.D.M., Nodari, R.O. 2010. Número de
442 anteras por flor, grãos de pólen por antera e capacidade germinativa do pólen
443 de diferentes cultivares de macieiras. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32:
444 1255-1260.
- 445 Kala, S., Godora, A.K. 2011. Effect of moisture stress on leaf total proteins,
446 proline and free amino acid content in commercial cultivars of *Ziziphus*
447 *mauritiana*. *Journal of Scientific Research Banaras Hindu University* 55: 65-69.
- 448 Kobayashi, E. S., Sakai, E., da Silva, E. A., Arruda, F. B., Silveira, J. M. D. C.,
449 de Souza, P. S., Pires, R. C. D. M. 2008. Variação sazonal do potencial da
450 água nas folhas de cafeeiro em Mococa, SP. *Bragantia* 67: 421-428
- 451 Lopes, P.R.C., Oliveira, I.V.D.M., Abrantes, D.H. 2013b. Avanços na produção
452 de frutas de clima temperado no Estado do Ceará. In *Embrapa Semiárido-*
453 *Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SEMANA INTERNACIONAL DA
454 FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 20., AGROFLORES, 15., 2013.
455 Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Instituto Frutal, 2013.
- 456 Lopes, P.R.C., Oliveira, I.V.D.M., Silva, R.R.S.D., Cavalcante, Í.H.L. 2013a.
457 Growing Princesa apples under semiarid conditions in northeastern Brazil. *Acta*
458 *Scientiarum. Agronomy* 35: 93-99.
- 459 Miranda, J.M. de S., Cavalcante, Í.H.L., Oliveira, I.V. de M., Lopes, P.R.C.,
460 Assis, J.S. de. 2015a. Fruit quality of 'Eva' e Princesa apples grown under
461 nitrogen fertigation in semiarid climate. *Revista Brasileira de Engenharia*
462 *Agrícola e Ambiental* 19: 967-972.
- 463 Miranda, J.M. de S., Cavalcante, Í.H.L., Oliveira, I.V. de M., Lopes, P.R.C.
464 2015b. Advances on apple production under semiarid climate: N fertigation.
465 *Emirates Journal of Food and Agriculture* 27: 1-748.
- 466 Miller, E.L. 1959. Use of dinitrosalicylic and reagent determination of sugar.
467 *Analytical Chemistry* 31: 426 – 428.
- 468 Oliveira, D.L., Cruz, M.D., Oliveira, A.F., Chalfun, N.N.J., Alvarenga, A.A. 2013a.
469 Carbohydrates levels and induction of flowering in olive seedlings subjected to
470 the application of paclobutrazol. *Scientia Agraria Paranaensis* 12: 221-226.

- 471 Oliveira, I.V.M., Lopes, P.R.C., Silva-Matos, R.R.S. 2013b. Caracterização
472 fenológica e frutificação efetiva de macieiras 'daiane' sob condições semiáridas
473 no nordeste do Brasil. *Revista de Ciências Agroambientais* 11: 153-158.
- 474 Peixoto, C.P., Cerqueira, E.C., Soares Filho, W.S., Castro Neto, M.T., Ledo,
475 C.A.S., Matos, F.S., Oliveira, J.G. 2006. Análise de crescimento de diferentes
476 genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. *Revista Brasileira de*
477 *Fruticultura* 28: 439-443.
- 478 Prado, A.K.D.S., Machado, E.C., Medina, C.L., Machado, D.F.S.P., Mazzafera,
479 P. 2007. Flowering and fruit set in 'valência' orange trees under different crop
480 load status and with and without irrigation. *Bragantia* 66: 173-182.
- 481 RIBEIRO, R.V.; MACHADO, R.S.; MACHADO, E.C.; MACHADO, D.F.S.P.;
482 MAGALHÃES FILHO, J.R.; LANDELL, M.G.A. 2013. Revealing drought-
483 resistance and productive patterns in sugarcane genotypes by evaluating both
484 physiological responses and stalk yield. *Experimental Agriculture* 49: 212-224.
- 485 Santos, C.M.G., Moreira, M.M., Rodrigues, J.D. 2013. Metabolismo da videira
486 'syrah' no semiárido nordestino sob três estratégias hídricas. *Semina: Ciências*
487 *Agrárias* 34: 3611-3624.
- 488 Silva, A.R.A., Bezerra, F.M.L., Lacerda, C.F., Pereira Filho, J.V., Freitas, C.A.S.
489 2013. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica
490 em diferentes estádios fenológicos. *Revista Ciência Agronômica* 44: 86-93.
- 491 Šircelj, H., Tausz, M., Grill, D., Batič, F. 2007. Detecting different levels of
492 drought stress in apple trees (*Malus domestica* Borkh.) with selected
493 biochemical and physiological parameters. *Scientia Horticulturae* 113: 362-369.
- 494 Sivaci, A. 2006. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three
495 varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. *Scientia Horticulturae*
496 109: 234-327.
- 497 Taiz, L., Zeiger, E. 2013. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 820 p.
- 498 Tomaz, Z.F.P., Lima, C.S.M., Gonçalves, M.A., Rufato, L., Rufato, A.D.R. 2010.
499 Crescimento vegetativo, floração e frutificação efetiva do
500 pessegueiro 'Jubileu' submetido a diferentes comprimentos de interenxertos.
501 *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília* 45: 973-979.
- 502 Yemm, E.W., Willis, A.J. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts
503 by anthrona. *The Biochemical Journal* 57: 508-514.

3. ARTIGO 2:

QUALIDADE DOS FRUTOS DE MACIEIRAS SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SUBMÉDIO VALE DO RIO SÃO FRANCISCO

RESUMO: Na região do Submédio São Francisco a elevada radiação associada ao manejo adequado da irrigação, favorece o aumento da produção e a qualidade dos frutos de espécies de diferentes condições climáticas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos frutos de duas variedades de maçãs cultivadas na região do Submédio Vale do Rio São Francisco, submetidas a diferentes lâminas de irrigação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subsubdivididas, com cinco repetições, sendo as parcelas principais quatro lâminas de irrigação (60; 80; 100; e 120 % da (ET_o) Evapotranspiração de Referência), as subparcelas duas cultivares de maçã (*Julieta* e *Princesa*) e as subsubparcelas a posição solar da copa (leste e oeste). Avaliou-se o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez titulável (AT), relação entre SST/AT, firmeza de polpa (FP) e peso médio do fruto (PMF). O teor de SST diminuiu com o aumento da lâmina de irrigação, sendo maior para cv. 'Princesa' na posição oeste. A AT aumentou com o incremento das lâminas, sendo menor na cv. 'Julieta'. A razão SST/AT foi melhor para cv. 'Julieta', exceto na maior lâmina, onde as cultivares apresentaram teores similares. Para as posições e as cultivares houve uma melhoria da FP com o aumento da irrigação, sendo este maior para a cv. 'Princesa' na posição poente. O PMF aumentou com o incremento das lâminas, em ambas as cultivares, sendo que a cv. 'Princesa' apresentou resultado superior.

PALAVRAS CHAVE: Regime hídrico, *Malus domestica*, pós-colheita.

FRUIT QUALITY OF APPLE CULTIVARS 'JULIETA' and 'PRINCESA' UNDER DIFFERENT IRRIGATION ON SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

ABSTRACT:

The Submédio São Francisco has high radiation associated with proper irrigation management, it promotes increased production and quality of fruit

34 species of different climatic conditions. Therefore, the aim of this study was to
35 evaluate the quality of the fruit in two cultivars of apples under different irrigation
36 levels in the region of Submédio São Francisco. The experimental design was
37 in randomized blocks, with split plots with five repetitions, the main part with four
38 irrigation levels (60; 80; 100; and 120% of ETo - Reference Evapotranspiration),
39 the subplot two cultivars of apple (Julieta and Princesa) and subsubparcela the
40 position solarda Cup (East and West). Evaluated the total soluble solids (TSS),
41 titratable acidity (TA), the ratio SST / AT, pulp firmness (PF) and weight fruit
42 east (PMF). The TSS decreased with increasing water depth, being higher for
43 cv. 'Princesa' in the western position. AT increases with increasing blade, being
44 less in cv. 'Julieta'. The SST / AT ratio was better for cv. 'Julieta', except in the
45 larger sheet, where cultivars showed similar levels. FP sides and cultivars
46 increased with increasing irrigation is the largest cv. 'Princesa' on the west side.
47 O PMF increased with increasing blade in both cultivars, however cv. 'Princesa'
48 showed superior results.

49 KEY WORDS: water regime, *Malus domestica*, postharvest.

50

51 **INTRODUÇÃO**

52 A macieira é uma frutífera de clima temperado que se caracteriza pelo
53 fenômeno de dormência das gemas, necessitando de determinado número de
54 horas de frio (< 7,2°C) para abertura de gemas (IUCH et al., 2002). Entretanto,
55 quando cultivadas em regiões em que as temperaturas não satisfazem a
56 necessidade em frio, devem-se utilizar cultivares com baixas exigências de
57 horas de frio, para se obter satisfatória brotação e floração (WEBSTER, 2005).

58 A cv. 'Princesa' apresenta exigência em torno de 350 a 450 horas de
59 frio, é utilizada como polinizadora, apresenta frutos atrativos de tamanho
60 médio, formato redondo-cônico, coloração vermelho-rajado, polpa branco-
61 creme, crocante, firme, succulenta e de sabor semi-ácido. Já a cv. 'Julieta'
62 apresenta exigência em torno de 300 a 450 horas de frio, apresenta frutos com
63 bom aspecto comercial, com massa média acima de 150 gramas, e sabor
64 doce, levemente acidulado (LOPES et al., 2013a).

65 Estudos recentes têm mostrado a viabilidade da produção de cultivares
66 de maçãs pouco exigentes ao frio sob condições semiáridas no Submédio Vale
67 do São Francisco (LOPES et al. 2012; LOPES et al. 2013b; OLIVEIRA et al.

68 2013). Nesse sentido, o estudo da pomicultura, em região semiárida, pode
69 contribuir para diversificação de culturas em áreas irrigadas do Nordeste
70 brasileiro, além de permitir a oferta de frutas em épocas diferentes das regiões
71 tradicionalmente produtoras (OLIVEIRA et al., 2013).

72 De acordo com Conceição (2010), para obter altas produtividades e
73 frutos de qualidade, é imprescindível a manutenção de condições hídricas
74 adequadas nos solos.

75 Além do sistema de irrigação, a adoção da lâmina de irrigação para fins
76 de manejo de água é indispensável e deve ser determinado para condições
77 específicas de cada região produtora (FILGUEIRA, 2008). Na literatura há
78 diversos relatos da influência positiva do uso adequado da lâmina de irrigação
79 na produtividade e na qualidade dos frutos da maçã (MPELASOKA 2000 et al.;
80 LEIB et al. 2006;. MOHAWESH et al. 2009).

81 Contudo, a aceitabilidade do fruto pelo consumidor é uma combinação
82 de atributos físicos (diâmetro, massa e coloração da epiderme) com atributos
83 intrínsecos (teores de sólidos solúveis, acidez titulável e a relação entre os
84 mesmos) (KADER et al., 2001). Assim, maçãs com melhores condições físicas
85 e químicas são selecionadas e destinadas tanto para o mercado interno como
86 para exportação, e aquelas consideradas de baixa qualidade para o consumo
87 “*in natura*” são direcionadas para indústrias de processamento.

88 Considerando as boas perspectivas de adaptabilidade da macieira nos
89 perímetros irrigados do semiárido nordestino, o objetivo deste trabalho foi
90 avaliar a qualidade dos frutos em duas variedades de maçãs cultivadas na
91 região do Vale Submédio do Rio São Francisco e submetidas a diferentes
92 lâminas de irrigação.

93

94 **MATERIAL E MÉTODOS**

95 O experimento foi realizado no pomar experimental da Fazenda
96 Corcino Frutas, localizada no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Núcleo 5
97 (9°22'57.74" de latitude sul, 40°37'40.59" de longitude oeste, com uma altitude
98 de 388m), no município de Petrolina-PE, no Submédio Vale do São Francisco.

99 O clima predominante da região é o Semiárido, com temperatura média
100 anual de 26,5°C, classificado como BSwh por Köppen, apresentando os

101 maiores picos entre outubro e dezembro, enquanto julho é o mês mais frio
102 (TEIXEIRA, 2010).

103 A cultura estudada foi à macieira (*Malus domestica*), propagada por
104 enxertia (porta-enxerto de 'Maruba' com filtro de 'M9'). O espaçamento foi de
105 4,0 x 1,25 m, com dez plantas por parcela, sendo úteis as quatro plantas
106 centrais.

107 O delineamento experimental utilizado no presente estudo foi em
108 blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com cinco repetições. Sendo
109 as parcelas principais as quatro lâminas de irrigação (60; 80; 100; e 120% da
110 (ET_o) Evapotranspiração de Referência), as subparcelas as cultivares 'Julieta'
111 e 'Princesa' e as subsubparcelas as posições da copa (leste e oeste).

112 O sistema de irrigação utilizado foi localizado por gotejamento, com
113 turno de rega diário. As irrigações foram realizadas com base na ET_o,
114 calculado pelo método de Penman-Monteith a partir de dados climáticos
115 coletados na estação meteorológica localizada próximo ao local do
116 experimento.

117 As plantas do pomar avaliado tinham dois anos de plantio, sendo que
118 as avaliações dos frutos foram realizadas no ano de 2015 (safra 2014-2015). A
119 colheita iniciou-se na primeira quinzena de fevereiro e estendeu-se até a
120 primeira quinzena de março .

121 Os frutos foram colhidos no ponto de maturação comercial, embalados
122 em sacos plásticos e conduzidos ao Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa
123 Semiárido, onde foram realizadas as análises do teor de sólidos solúveis totais
124 (SST), da acidez titulável (AT), da relação entre SST/AT (*ratio*), da firmeza de
125 polpa (FP) e da massa do fruto (M). As análises foram realizadas de acordo
126 com a metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

127 Os resultados foram submetidos à análise de variância, estudando a
128 interação entre os fatores avaliados, quando significativa foi feita a comparação
129 de médias pelo teste de Tukey para os fatores qualitativos e à análise de
130 regressão para os fatores quantitativos ao nível de 5% de probabilidade de
131 erro, utilizando o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

132

133 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

134 Foi verificado efeito significativo dos fatores isolados quanto ao teor de

135 sólidos solúveis totais (SST), acidez titulavel (AT), como também efeitos
136 significativos das interações entre lâminas e cultivares para firmeza; da
137 interação entre lâminas e posição para firmeza, razão de SST/AT e massa e;
138 da interação entre cultivares e posição para relação SST/AT. Não houve
139 interação tripla entre os fatores avaliados.

140 Na Figura 1A foi possível observar que o teor de SS apresentou
141 diferenças significativas entre as cultivares avaliadas, onde o teor da cv.
142 'Princesa' (14,2%) foi superior ao da cv. 'Julieta' (13,8%).

143 Santos et al. (2010), trabalhando com cultivares de maçã sob irrigação
144 no Submédio São Francisco observaram o mesmo valor de SST (14,2%) para
145 cv. 'Princesa'. Entretanto, Chagas et al. (2012), estudando atributos de
146 qualidade em macieiras sob condições subtropicais detectaram para cv.
147 'Princesa' teor de SST de 12,2%, valor este, abaixo do encontrado no presente
148 trabalho para a mesma cultivar.

149 Deve-se destacar que, segundo Chitarra e Chitarra (2005), os teores
150 de SST variam, principalmente, quando se considera as espécies, as
151 cultivares, os estágios de maturação e o clima, sendo seu teor situado entre 2 e
152 25%, com valores médios entre 8 e 14%.

153 Com relação aos lados avaliados, Figura 1B, os frutos localizados no
154 lado poente apresentaram maiores teores de SST (13,4%) que os do lado
155 nascente (13,2%). Rizzon et al (2005), destacam que fatores relacionados com
156 fotossíntese (intensidade de calor, radiação solar e umidade do solo) interferem
157 na produção de açúcar e seu acúmulo na polpa, conseqüentemente, no teor de
158 SST.

159 Feliciano et al. (2010), relatam que os teores de açúcares em maçãs
160 podem também variar dependendo da posição do fruto na árvore: frutos
161 expostos ao sol tendem a apresentar maiores teores de açúcar que os
162 localizados nas partes sombreadas das árvores, corroborando com os
163 resultados observados no presente estudo.

164 Contudo, os teores de SST das cultivares avaliadas estão de acordo
165 com Fontoura (1982), o qual relata que os teores adequados para consumo "*in*
166 *natura*", devem ser iguais ou superiores a 10,8%.

167 Na Figura 2, observa-se que os teores de SST (ou brix) encontrados
168 para os frutos de maçã diminuem em resposta ao aumento da lâmina de

169 irrigação aplicada. É possível observar que a lâmina com 60 % da ETo (13,8%)
170 foi estatisticamente superior à lâmina com 120% (12,9%), não havendo
171 diferença estatisticamente entre as de 80% (13,3%) e 100 % (13,3%) da ETo.

172 No presente estudo, os resultados encontrados quanto ao teor de SST,
173 foram semelhantes aos encontrados por Leib et al. (2006), que também
174 mostraram um aumento na concentração de SST da maçã em resposta ao
175 déficit hídrico em condições de clima semiárido do estado de Washington,
176 EUA. Nachtigall et al. (2014) também observaram que o teor de SST dos
177 tratamentos com irrigação foram inferiores aos dos tratamentos sem irrigação.

178 Mpelasoka et al. (2001) avaliaram as respostas da irrigação sob o
179 rendimento e qualidade de frutos de macieiras e observaram que aumento do
180 teor de SST foi acompanhada por um aumento da percentagem de matéria
181 seca, sugerindo assim, que uma parte do aumento em SST era devido à perda
182 de água da fruta.

183 A Figura 3A mostra a variação do teor da acidez titulável na polpa de
184 maçã em relação às lâminas de irrigação aplicadas, a qual é possível observar
185 que o modelo linear positivo foi o que melhor se ajustou aos dados.

186 O ponto máximo da acidez titulável, expressa em gramas de ácido
187 málico por 100g^{-1} , para a lâmina de irrigação com 120% da ETo foi de 0,46,
188 diferindo-se estatisticamente dos frutos irrigados com 60% da ETo com 0,39.
189 Este resultado confronta com alguns estudos que mostraram uma redução da
190 acidez da fruta em resposta a um aumento na oferta de água pela irrigação
191 (MOHAWESH et al. 2009; LEIB et al. 2006). Mpelasoka et al. (2000) relataram
192 que a acidez titulável não apresentou diferenças significativas para os
193 tratamentos com e sem irrigação nos diferentes períodos avaliados.

194 Segundo Argenta (2006), a acidez é um indicador de importância
195 considerável quanto se avalia a qualidade interna dos frutos de maçãs em pós-
196 colheita, podendo comprometer a aceitabilidade do produto ao consumidor.
197 Dessa forma, observa-se como esse trabalho que o aumento da disponibilidade
198 de água para planta pode contribuir para a manutenção do equilíbrio da acidez
199 das maçãs.

200 A comparação das médias dos tratamentos apresentadas na Figura
201 3B, mostra que houve diferença significativa entre as cultivares para acidez de
202 frutos, indicando que frutos colhidos em macieira cv. 'Julieta' apresentaram

203 menos ácidos que os da cv. 'Princesa', o que pode ser atribuído ao diferente
204 genótipo entre as cultivares.

205 De acordo com Zambiasi (1987), a acidez para diferentes cultivares
206 deve estar compreendida na faixa 0,20-0,70% em ácido málico para a
207 comercialização, ou seja, as cultivares apresentaram-se dentro dos padrões
208 normais. Segundo Chagas et al. (2012), comparando diversas cultivares de
209 maçãs na região do Leste Paulista, observaram para cv. 'Princesa' 0,50 g de
210 ác. málico 100 g⁻¹ valor similar ao encontrado no presente trabalho. Valor
211 semelhante também foi observado por Santos et al. (2010) para cv. 'Princesa'
212 0,51 g de ác. málico 100 g⁻¹ apesar de não haver diferença significativa entre
213 as cultivares avaliadas em condições semiáridas.

214 Avaliando-se as características organolépticas sobre a razão entre o
215 teor de SST/AT, pode-se observar na Figura 4A, que há um efeito significativo
216 da interação entre lâminas de irrigação e cultivares para variável em questão,
217 onde a cv. 'Julieta' apresentou valores estatisticamente maiores que a outra
218 cultivar exceto na maior lâmina aplicada.

219 A lâmina com 120% da ETo mostrou para ambas as cultivares uma
220 relação entre sólidos solúveis e acidez em torno de 29%. Esse resultado está
221 de acordo com a literatura, em que Santos et al. (2010) encontrou o mesmo
222 valor para cv. 'Princesa' irrigada em condições semiárida brasileira.

223 Ainda na Figura 4A, observa-se também através da análise de
224 regressão que o valor de SST/AT aumentou linearmente com a redução da
225 lâmina aplicada, onde a lâmina de irrigação com 60% da ETo proporcionou um
226 incremento significativo de (40%) da razão SST/AT para cv. 'Julieta' quando
227 comparada com a cv. 'Princesa' (32%).

228 Esse aumento da relação SST/AT com a redução da lâmina pode estar
229 associado a condições de estresse, uma vez que em estágios mais avançados
230 de déficit hídrico, diversos processos fisiológicos são afetados, entre eles o
231 aumento da taxa respiratória (TURNER, 1997). Como o ácido málico e os
232 açúcares são utilizado como substrato do metabolismo respiratório (ARGENTA,
233 2006), o aumento da relação entre açúcar/ácido está relacionado ao fato da
234 taxa de consumo do ácido málico ser superior à dos açúcares durante a
235 maturação.

236 No presente estudo é possível observar na Figura 4B que as cultivares

237 diferiram estatisticamente entre si com relação ao valor da relação SST/AT,
238 onde a cv. 'Julieta' apresentou uma relação em torno de 33%, para ambos os
239 lados avaliados, enquanto a cv. 'Princesa' em torno de 29%. Segundo Oliveira
240 et al. (2014), durante o período de maturação, a relação SS/AT tende a
241 aumentar, sendo que o valor absoluto depende da cultivar utilizada.

242 Pela análise de regressão apresentada na Figura 5A, observa-se um
243 comportamento linear decrescente, onde, à medida que aumenta a lâmina de
244 irrigação há uma redução significativa da firmeza da popa do fruto em ambas
245 as cultivares.

246 No entanto, a cv. 'Princesa' foi a que apresentou maior firmeza
247 variando entre 67,7 a 78,7 N respectivamente, diferindo-se significativamente da
248 cv. 'Julieta' com variação entre 58,1 a 75,1 N. Contudo, esse resultado já era
249 esperado, uma vez que é característico da cv 'Princesa' apresentar frutos com
250 polpa crocante e firme (LOPES et al., 2013a)

251 Na literatura, alguns trabalhos demonstraram efeito significativo do
252 aumento da firmeza da polpa em resposta a redução da lâmina de irrigação
253 (MPELASOKA et al 2000) De acordo com esses autores essa maior firmeza
254 com a redução da irrigação pode ser um efeito indireto devido a uma redução
255 no tamanho dos frutos, pois frutos pequenos tendem a ser mais firmes.

256 Na Figura 5B é possível observar à interação significativa entre as
257 lâminas aplicadas e os lados avaliados para firmeza da polpa. Verifica-se
258 também que ambos os lados tiveram comportamento linear negativo,
259 aumentando progressivamente a firmeza com a redução da disponibilidade
260 hídrica no solo.

261 De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), diferenciação na firmeza da
262 polpa é atribuída, principalmente, a variações das condições climáticas
263 regionais, posição do fruto na planta e grau de maturação. Além disso, a
264 concentração de materiais de parede celular e a firmeza da polpa podem
265 diminuir com o aumento do tamanho dos frutos, devido ao alongamento celular
266 (TAIZ; ZEIGER, 2013).

267 No presente trabalho a lâmina com 60% da ETo proporcionou frutos
268 com maior firmeza de polpa provavelmente devido ao menor tamanho do fruto,
269 aonde a firmeza variou de 75 e 79N entre as cultivares e apresentou valor de
270 77N em ambos as posições avaliadas.. Segundo, Hardenburg et al. (1986) a

271 medida de firmeza da polpa é de grande auxílio para determinar o potencial de
272 armazenamento de maçãs, e que os frutos com firmeza de 71N ou superior
273 teriam maior período de armazenamento.

274 A Figura 6 mostra a massa específica das maçãs, tendo a lâmina com
275 60% da ETo a menor massa, diferindo-se estatisticamente da lâmina com
276 120% ETo. Uma redução no tamanho final do fruto é um dos efeitos mais
277 consistentemente relatados da redução da irrigação em maçãs (MPELASOKA
278 2000 et al.; LEIB et al. 2006;. MOHAWESH et al. 2009).

279 Atkinson et al. (1998) conduziram um experimento com macieiras em
280 ambientes cobertos e irrigados, e ambientes não cobertos com e sem irrigação
281 (apenas com a precipitação pluviométrica), observaram que os frutos dos
282 tratamentos que receberam irrigação tinham as células do córtex com tamanho
283 similar. Isso explica o fato de que frutos submetidos à irrigação são maiores,
284 não por possuir mais células, e sim células maiores.

285 Segundo YAO et al. (2001), a redução do nível de água durante o
286 crescimento dos frutos de macieira, especialmente nas fases 2 (elongação
287 celular) e 3 (maturação), tende a diminuir a produtividade da cultura devido à
288 redução do número e, principalmente, do tamanho e peso dos frutos.

289 Nota-se também na Figura 6, que o peso médio das maçãs na cv.
290 'Princesa' foi maior em todas as lâminas que o peso médio das maçãs da cv.
291 'Julieta'. O comportamento da cv. 'Princesa' pode estar associado ao seu
292 genótipo proporcionar melhor aproveitamento da água ofertada. Os valores
293 para peso médio dos frutos variaram de 48,52 a 57,26 g na cv. 'Julieta' e de
294 53,22 a 76,84 na cv. 'Princesa'.

295 Oliveira et al. (2014), avaliando oito cultivares de maçã pouco
296 exigentes ao frio, demonstraram que as cvs. 'EinShemer', 'Michal' e 'Soberana'
297 apresentaram as menores médias da massa da polpa, no entanto semelhantes
298 as obtidas nesse trabalho. Por outro lado, alguns trabalhos realizados em
299 regiões de inverno ameno, apresentaram medias da massa maior para cv
300 'Princesa', diferindo dos resultados do presente estudo (SANTOS et al. 2010;.
301 CHAGAS et al. 2012).

302

303 **CONCLUSÕES**

304 As maçãs Princesa e Julieta produzida no Submédio Vale do São

305 Francisco, apresentam frutos com sabor semi-ácido equilibrado e polpa mais
306 firme, sendo apropriadas para o consumo *in natura*.

307 A redução da lâmina de irrigação diminui o tamanho dos frutos
308 comprometendo a classificação comercial dos mesmos.

309 O lado poente proporciona um maior teor de SST e uma maior relação
310 SST/AT.

311

312 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

313

314 ATKINSON, C. J.; TAYLOR, L.; TAYLOR, J. M.; LUCAS, A. S. Temperature
315 and irrigation effects on the cropping development and quality of 'Cox's Orange
316 Pippin' and 'Queen Cox' apples. **Scientia Horticulturae**, v. 75, p. 59-81, 1998.

317 ARGENTA, L.C. **Fisiologia pós-colheita**: Maturação, colheita e armazenagem
318 dos frutos. In: EPAGRI, A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. 743p.

319 CHAGAS, E.A.; CARDOSO CHAGAS, P.; PIO, R.; et al. Production and quality
320 attributes of apple tree cultivars in subtropical conditions at eastern of São
321 Paulo state. **Ciência Rural**, v.42, p.1764-1769, 2012.

322 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**:
323 fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

324 CONCEIÇÃO, M. A. F. **Balanço hídrico em fruteiras**. Bento Gonçalves:
325 EMBRAPA, 12p., 2010 (Circular Técnica 82).

326 FILGUEIRA, F.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia modernana
327 produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV 2008.
328 421p.

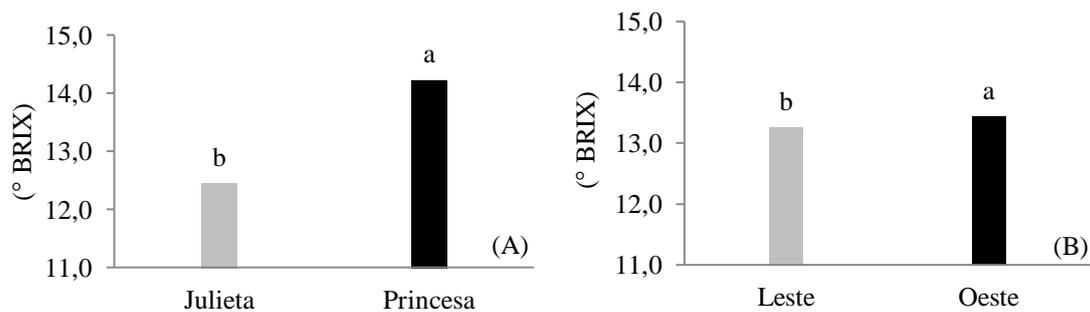
329 FELICIANO, R.P et al. Characterization of traditional and exotic apple varieties
330 from Portugal. Part 1: nutritional, phytochemical and sensory evaluation.
331 **Journal of Functional Foods**, v.2, n.1, p.35-45, 2010.

332 FONTOURA, P.S.G. **Caracterização físico-química e sensorial de algumas**
333 **variedades de maçãs cultivadas no estado do Paraná para consumo “in**
334 **natura” e fins tecnológicos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1987
335 (Tese de mestrado).

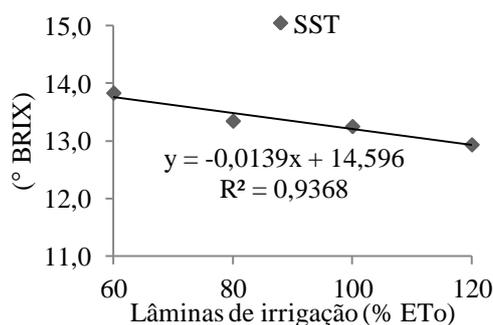
336 HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The comercial storage of**
337 **fruts, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986.
338 136 p. (Agriculture Handbook, 66).

- 339 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de**
340 **alimentos**. 3.ed. São Paulo: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985,
341 553p.
- 342 IUCHI, V.L., IUCHI, T., BRIGHENTI, E., & DITRICH, R. Quebra de dormência
343 da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira**
344 **de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 168-174, 2002.
- 345 KADER, A.A.; BEN-ARIE, R.; PHILOSOPHHADAS, S. Quality assurance of
346 harvested horticultural perishables. Proceedings of the Fourth International
347 Conference on Postharvest Science. **Acta-Horticulturae**, v.553, n.1. p.51-55,
348 2001.
- 349 LEIB, B. G.; CASPARI, H. W.; REDULLA, C. A.; et al. Partial rootzone drying
350 and deficit irrigation of 'Fuji' apples in a semi-arid climate. **Irrig. Sci.** n. 24, p.
351 85-99, 2006.
- 352 LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA-MATOS, R.R.S.; et al. Caracterização
353 fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido
354 no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34,
355 p.1277-1283, 2012.
- 356 LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. de M.; SARMENTO, D. H. A. Avanços na
357 produção de frutas de clima temperado no Estado do Ceará. **Embrapa**
358 **Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2013a.
- 359 LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R. R.S.; et al. Growing Princesa
360 apples under semiarid conditions in northeastern Brazil. **Acta Scientiarum.**
361 **Agronomy**, Maringá, v.35, p.93-99, 2013b.
- 362 MPELASOKA, B.; BEHBOUDIAN, M.; GREEN, S. Water use, yield and fruit
363 quality of lysimeter-grown apple trees: responses to deficit irrigation and to crop
364 load. **Irrigation Science**, v. 20, n. 3, p. 107-113, 2001.
- 365 MOHAWESH, O.E.; AL-ABSI, K.M. Physiological response of two apple
366 genotypes to different water regimes under semiarid conditions. **Scientia**
367 **Horticulturae**, v.23, n.3, p. 158-165, 2009.
- 368 NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G.; BRANCO, M. S. C.; LIMA, C. M. De.
369 Viabilidade da fertirrigação em pomares de macieira no Sul do Brasil.
370 **Agropecuária Catarinense**, v. 27, n. 2, supp., jul. 2014.
- 371 OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C.; SILVA-MATOS, R.R.S.; et al.
372 Caracterização fenológica e frutificação efetiva de macieiras 'daiane' sob

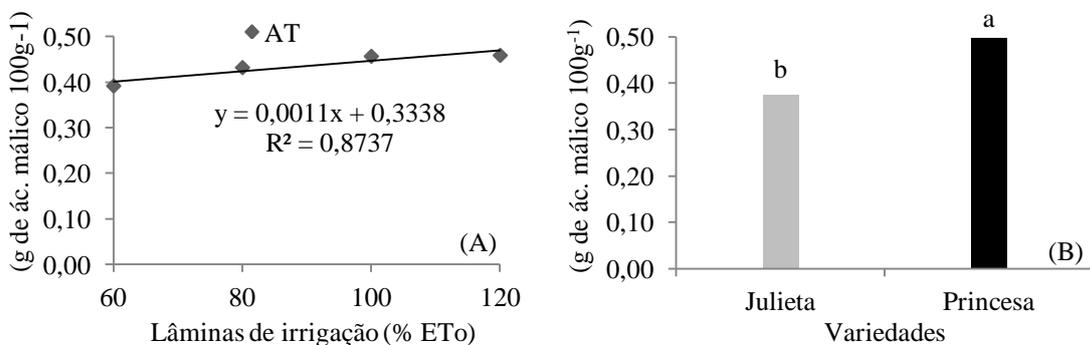
- 373 condições semiáridas no nordeste do Brasil. **Revista de Ciências**
374 **Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.11, n.2, p.153-158, 2013.
- 375 OLIVEIRA,D.L.; ALVARENGA, A.A.; GONÇALVES, E.D.; et al. Características
376 físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Rev. Ceres**,
377 Viçosa, v. 61, n.2, p. 284-287, 2014.
- 378 RIZZON, L. A.; BERNARDI, A. L.; MIELE, A. Características analíticas dos
379 sucos de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji. **Ciência e Tecnologia de**
380 **Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 750-756, 2005.
- 381 SANTOS, A. C. B. ; Assis, J. S. ; Silva, S. A. B. ; Lopes, P. R. C. .
382 Caracterização Físico-Química de Cinco Cultivares de Maçã Produzidas sob
383 Irrigação no Submédio São Francisco. In: XXI Congresso Brasileiro de
384 Fruticultura. **Anais...** Natal, 2010.
- 385 SAS, INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary: SAS,
386 2002, 200p.
- 387 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia do estresse**. In: Fisiologia vegetal. Trad.
388 SANTARÉM et al. São Paulo: Artmed, p.613-641, 2013.
- 389 TEIXEIRA, A. H. de C. **Informações Agrometeorológicas do Polo**
390 **Petrolina,PE/Juazeiro,BA - 1963 a 2009**. Série Documentos - Embrapa
391 Semiárido, 2010. 21p.
- 392 TURNER, N.C.Further progress in crop water relations. **Advances in**
393 **Agronomy**, v.58, p.293-338, 1997.
- 394 WEBSTER, A.D. (2005) - Sites and soils for temperate tree-fruit production:
395 their selection and amelioration. In: Tromp, J.; Webster, A.D.; Wertheim, S.J.
396 (Eds.) - **Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production**. Leiden,
397 Backhuys Publishers BV, p. 12-25.
- 398 YAO, S.; NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D. Effects of water stress on growth and
399 mineral composition of 'Gala' apple fruit. **Acta Horticulturae**, v. 564, p. 449-
400 456, 2001.
- 401 ZAMBIAZI, R. C. **Ação de agentes químicos na inibição do escurecimento**
402 **durante o processamento e armazenamento de maçãs desidratadas**
403 **(Malus domestica Bork.L)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987
404 (Tese Mestrado).
- 405
- 406



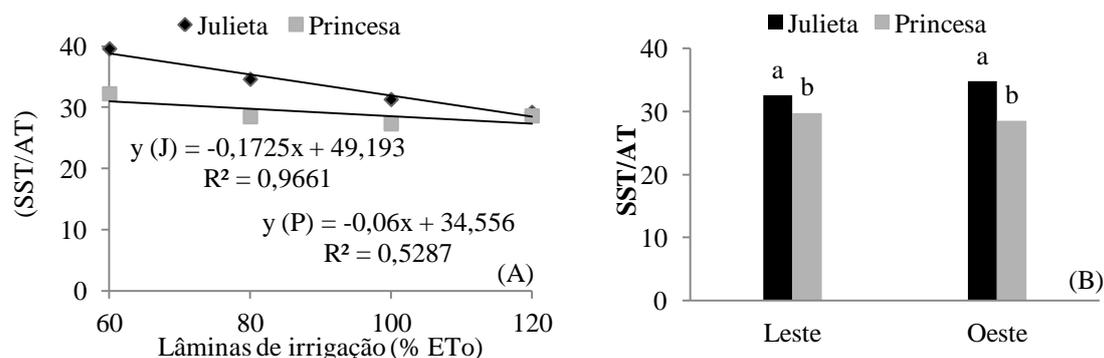
407
408 **Figura 1-** Teor de Sólidos Solúveis Totais nos frutos de diferentes cultivares
409 (A); Teor de Sólidos Solúveis Totais nos frutos de diferentes posições solar da
410 planta (B) de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.
411



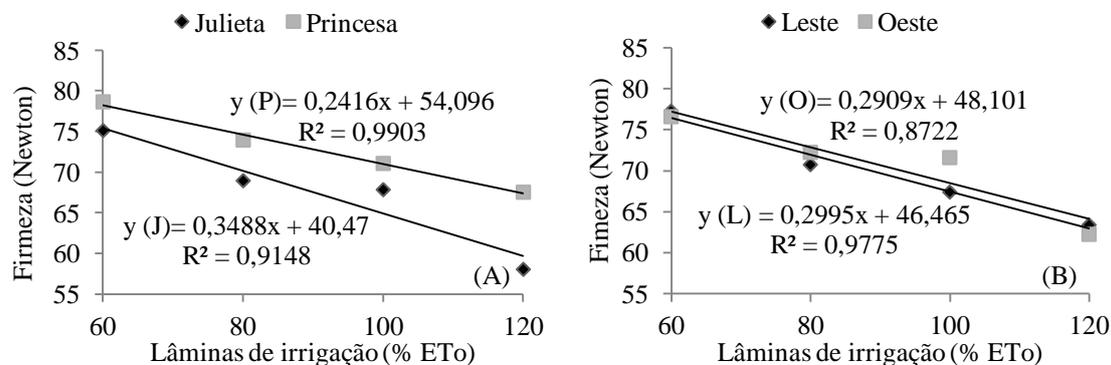
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421 **Figura 2-** Efeito das Lâminas e irrigação sobre o teor de Sólidos Solúveis
422 Totais de frutos de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.
423
424



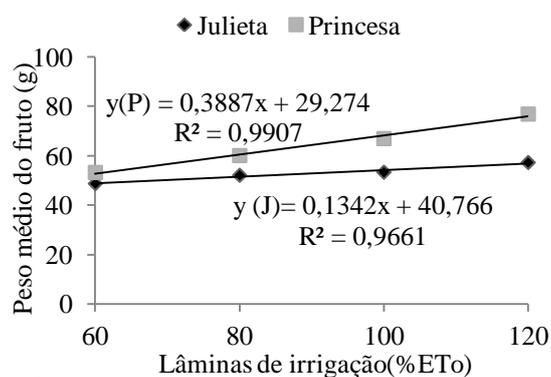
425
426
427 **Figura 3-** Efeito das Lâminas de irrigação sobre a acidez titulável dos frutos
428 (A); Teor de Acidez Titulável dos frutos de diferentes cultivares (B) de macieira
429 cultivadas no Submédio São Francisco.



431 **Figura 4-** Efeito da interação lâminas e cultivares sob a relação entre sólidos
 432 solúveis e acidez dos frutos (A); Efeito da interação cultivares e posição sob a
 433 relação entre sólidos solúveis e acidez dos frutos (B) de macieira cultivadas no
 434 Submédio São Francisco.
 435



436 **Figura 5-** Efeito da interação lâminas e cultivares sob a firmeza da polpa dos
 437 frutos (A); Efeito da interação lâminas e posição sob a firmeza da polpa dos
 438 frutos (B) de macieira cultivadas no Submédio São Francisco.
 439



440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451 **Figura 6-** Efeito das Lâminas e irrigação sobre o peso
 452 médio dos frutos de duas macieiras cultivadas no Submédio São Francisco.

5. CONCLUSÃO GERAL

Durante a floração o aumento da lâmina de irrigação proporcionar satisfatória brotação, floração e frutificação efetiva. Durante a frutificação redução da lâmina pode comprometer a classificação dos frutos como comerciais.

As cultivares de macieira estudadas apresentam frutos com características organolépticas apropriadas para o consumo *in natura*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE JUNIOR, C.L.D; DENARDI, F.; DANTAS, A.C.D MESQUITA; NODARI, R.O. Número de anteras por flor, grãos de pólen por antera e capacidade germinativa do pólen de diferentes cultivares de macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4,p. 1255-1260, 2010.

ALBUQUERQUE, P.E.P de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, ed. 1, p. 227-252, 2008.

ALLEN, R.G. et al. **Evapotranspiración del cultivo**. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: Food & Agriculture Org., 2006. 298p.

ALVARENGA, L.R.; FORTES, J.M. Cultivares de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.124, p. 3-11, 1985.

ANDRADE, PFS. Fruticultura-Análise da Conjuntura Agropecuária. **SEAB-Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL-Departamento de Economia Rural. 11p**, 2012.

ARGENTA, L.C. **Fisiologia pós-colheita**: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI, A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. 743p.

BOURNE, M. C. Texture evaluation of horticultural crops. **Hort Science**, 15: 51-56, 1980.

BRAGA, C. M.; ZIELINSKI, A. A. F.; SILVA, K. M. D.; DE SOUZA, F. K. F.; PIETROWSKI, G. D. A. M.; COUTO, M.; GRANATO, D.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Classification of juices and fermented beverages made from unripe, ripe and senescent apples based on the aromatic profile using chemometrics. **Food Chemistry**, v.141, n.2, p.967-974, 2013.

BRANCO, M. S. C.; NAVA, G.; ERNANI, P. R.; NACHTIGALL, G. R. Efeito da irrigação e fertirrigação na composição mineral de folhas de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBCS, 2013. 1 CD-ROM.

BRAY, E.A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, v.2, p.48-54, 1997. DOI: 10.1016/S1360-1385(97)82562-9.

BROWN, A. G. Apples. In: **Advances in modern fruit breeding**. JANICK, J.; MOORE, J. N. Lafayette: Purdue University Press, 1975. p. 3-37. BRUCKNER, C.H. **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa: Ed. UFV, 2002. 186 p.

CANTILLANO, R. F. F.; SANHUEZA, R. M. V.; GIRARDI, C. L.; BENDER, R. J. **Fundamentos e Práticas de Manejo Pós-Colheita e Rastreabilidade na Produção Integral de Maçãs**. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves-RS, 2006, 164 p.

CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual. SOBER, palestra, 2009. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/1300.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2014.

CARVALHO, V.R.F; LOPES, L.U.; HORN, C.H. **Cadeia produtiva da maçã no Brasil** : limitações e potencialidades. Porto Alegre: BRDE, 2011. 44 p.

CETIN, B.; OZER, H.; KUSCU. H. Economics of drip irrigation for apple orchards. New Zealand **Journal of Crop and Horticultural Science**, V. 32, p. 349-354, 2004.

CHAGAS, E.A.; CARDOSO CHAGAS, P.; PIO, R.; et al. Production and quality attributes of apple tree cultivars in subtropical conditions at eastern of São Paulo state. **Ciência Rural**, v.42, p.1764-1769, 2012.

CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, Oxford, v.103, p. 551- 560, 2009.

CHASSAGNE-BERCES, S., POIRIER, C., DEVAUX, M.-F., FONSECA, F., LAHAYE, M., PIGORINI, G., GIRAULT, C., MARIN, M., E GUILLON, F. (2009). Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing. **Food Research International**, 42(7), 788-797.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO FILHO, M. A.; et al. Relação solo-planta-atmosfera. In: In: SOUSA, V. F. de; et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011, p. 27-90.

CONCEIÇÃO, M. A. F. Balanço hídrico em fruteiras. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 12p., 2010 (Circular Técnica 82).

CÓRDOVA, K.R.V. Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial. 2006. 148 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba – PR.

CZELUSNIAK, C.; OLIVEIRA, M.C.S.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N.C.C; WOSIACKI, G. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físicos-químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v,6, p.25-31, 2003.

DENARDI, F.; HOUGH, L. F. CAMILO A. P. Primícia e Princesa: cultivares de macieiras obtidas pelo melhoramento genético em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p.75-80, 1986.

DRAGONI, D. et al. Transpiration of an apple orchard in a cool humid climate: measurement and modeling. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.664, p.175-180, 2004.

DRAKE, S.R., EVANS, R.C. Irrigation management influence on fruit quality

and storage life of “Redspur” and “Golden Delicious” apples. **Fruit Varieties Journal**. 1997. Washington. 51(1): 7-12 p.

EPAGRI. A Cultura da Macieira. Florianópolis. 743p. 2002

FACHINELLO, J.C.; NACHIGAL, J.C.; KERSTEN, E. (1996). **Fruticultura: Fundamentos e práticas**. 1ª ed. Pelotas, UFPel. 311p.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D. & BETEMPS, D.L. (2011). Situation and perspectives of temperate fruit crops in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Vol.33, No.1 (supplement),pp. 109-120 (in Portuguese with English abstract).

FALLAHI, E.; NEILSEN, D.; NEILSEN, G. H. et al. Efficient Irrigation for Optimum Fruit Quality and Yield in Apples. **Hortscience**, V. 45(11), 2010.

FAO. FAOSTAT: production-crops. **Informações Estatísticas**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 30.09.2014.

FAVARET FILHO, P.; ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L. Fruticultura brasileira: a busca de um modelo exportador. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.9, p.191-226, 1999.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia modernana produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV 2008. 421p.

FLEXAS, J.; BOTA, J.; LORETO, F.; CORNIC, G.; SHARKEY, T.D. Diffusive and metabolic limitations on photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, Malden, v.6, p.1-11, 2004.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; SYVERTSEN, J.P.; GIMENO, V.; BOTÍA, P.; PEREZ-PEREZ, J.G. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.130, p. 532-542, 2007.

GIL, G. F. **Fruticultura: La producción de fruta, fruta de climas templado y subtropical y uva de vino**. 3 ed. Santiago: Ed. Universidad Católica de Chile, 590p., 2006.

HAWERROTH, F. J., HERTER, F. G., PETRI, J. L., LEITE, G. B., & PEREIRA, J. F. M. Dormência em frutíferas de clima temperado. **Embrapa Clima Temperado. Documentos**, 2010.

HONG-BO, S. et al. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, n. 3, p. 215-225, 2008.

HU, H.; XIONG, L. Genetic engineering and breeding of drought-resistant crops. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 65, p. 715-741, Apr.2014.

HUARACHA, E. M.; XU, M. L.; GASIC, K.; PAUWELS, E.; PUTTE, A.; KEULEMANS, J. W.; KORBAN, S. S. Phenotypic reaction and genetic analysis using AFLP-derived SCARs for resistance to apple scab. **Journal of Phytopathology**, v. 152, n. 5, p. 260-266, 2004.

IBGE. Banco de dados agregados. **Informações Estatísticas** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30.0.2014.

IUCHI, V.L., IUCHI, T., BRIGHENTI, E., & DITRICH, R. Quebra de dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 24, n. 1, p. 168-174, 2002.

JOLY, A.B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 13ed. CIA editora Nacional São Paulo. 2002.

KADER, A.A.; BEN-ARIE, R.; PHILOSOPHHADAS, S. 2001. Quality assurance of harvested horticultural perishables. Proceedings of the Fourth International Conference on Postharvest Science. **Acta-Horticulturae**, 553 (1): 51-55.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1997. 532p.

KEULEMANS, J.; BRUSSELLE, A.; EYSSEN, R. et al. Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 423, p. 201-210, 1996.

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

KRAMER, P.J. Drought stress, and the origins of adaptations. In: **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. Turner, N.C.; Kramer, P.J. (ed). New York, Wiley, p. 7- 22, 1980.

KRAMER, P.J. & BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic, 1995.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. de M.; SARMENTO, D. H. A. Avanços na produção de frutas de clima temperado no Estado do Ceará. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2013a.

LOPES, P. R. C. et al. Possibilidades de cultivo de novas fruteiras no Nordeste: maçã, pêra, caqui e cacau. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18.; AGROFLORES, 13. **Anais...** Fortaleza: Instituto Frutal, 2011.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA-MATOS, R.R.S.; CAVALCANTE, I.H.L. 2012. Caracterização fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido no nordeste brasileiro. **R. Brasileira de Fruticultura**. 34, 1277-1283.

LOPES, P.R.C., OLIVEIRA, I.V.D.M., SILVA, R.R.S.D., & CAVALCANTE, Í.H.L. Growing Princessa apples under semiarid conditions in northeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 1, p. 93-99, 2013b

LORITE, I.J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F ; FERERES, E. Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. **Agricultural Water Management**, v.91, p.51-60, 2007.

OLIVEIRA, J.E.M. ; LOPES, P.R.C.; MOREIRA, A.N. PRODUÇÃO INTEGRADA NO VALE DO SÃO FRANCISCO: SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS –A PRODUÇÃO INTERGRADA DE UVAS COMO CASO DE SUCESSO. Conbraf – Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 1, 2011 UNESP, Jaboticabal – SP, Pág. 6 de 53.

OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C.; SILVA-MATOS, R.R.S.; et al. Caracterização fenológica e frutificação efetiva de macieiras ‘daiane’ sob condições semiáridas no nordeste do Brasil. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.11, n.2, p.153-158, 2013.

MIRANDA, J.M. de S., CAVALCANTE, Í.H.L., OLIVEIRA, I.V. de M., LOPES, P.R.C., ASSIS, J.S. de. Fruit quality of ‘Eva’ e Princessa apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 19: 967-972. 2015a.

MIRANDA, J.M. de S., CAVALCANTE, Í.H.L., OLIVEIRA, I.V. de M., LOPES, P.R.C. Advances on apple production under semiarid climate: N fertigation. **Emirates Journal of Food and Agriculture** 27: 1-748. 2015b.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 d. Viçosa: Ed. UFV, 355p., 2009.

NACHTIGALL, G.R.; **Inovações tecnológicas para o setor da maçã – Inovamaçã**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, 2011, 338p.

NACHTIGALL, G. R.; CARGNINO, C.; NAVA, G. Efeito da irrigação e fertirrigação na produtividade e qualidade de macieiras Royal Gala. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS – FERTBIO2012, 30., 2012, Maceió, AL. **Anais...** Maceió: SBCS, 2012. 1 CD-ROM.

NOGUEIRA, L.C.; NOGUEIRA, L.R.Q.; MIRANDA, F.R. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A.(Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. Ed. Rev. E ampl. Brasília: EMBRAPA/SPI; Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1998. P.159-187.

PAÇO, M. T. G. A. **Modelação da evapotranspiração em cobertos descontínuos**. Programação da rega em pomar de pessegueiro. 227 f. Tese (Doutorado) - Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2003.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. 2000. Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. **R Brasileira de Engenharia Agrícola e**

Ambiental. 4, 465-473.

PEREIRA, A.B., VILLA NOVA, N.A. & ALFARO, A.T. Water requirements of citrus and Apple trees affected by leaf area and solar energy. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 31(671-679), 2009.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, p.48-56, 2011.

PETRI, José Luiz; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4 p.857-1166, 2008.

PETRI, J.L. Fatores edafoclimáticos. In: **A Cultura da Macieira**. Epagri. Florianópolis, p.105- 112, 2006.

PIMENTEL, C. Efficiency of nutrient use by crops for low input agro-environments.. In: Rana P. Singh; Niharika Shankar; Pawan K. Jaiwal. (Org.). **Focus on plant agriculture: 1Nitrogen nutrition in plant productivity**. Houston: Studium Press, LLC, p.277- 328, 2006.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropedia, RJ: Edur. 2004. 191p. QUICK, W. P. et al. The effect of water stress on photosynthetic carbon metabolism in four species under field conditions. **Plant, Cell & Environment**, London, v. 15, n. 1, p. 25–35, 1992.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, R.S.; MACHADO, E.C.; MACHADO, D.F.S.P.; MAGALHÃES FILHO, J.R.; LANDELL, M.G.A. Revealing drought-resistance and productive patterns in sugarcane genotypes by evaluating both physiological responses and stalk yield. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.49, p. 212-224, 2013.

RIZZON, L. A.; BERNARDI, A. L.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 750-756, 2005.

ROLAND, P. et al. Lateral diffusion of CO₂ from shaded to illuminated leaf parts affects photosynthesis inside homobaric leaves. **The New Phytologist**, London, v. 169, n. 4, p. 779–788, 2006.

SÃO JOSÉ, A. B. MANGA, Tecnologia de Produção e Mercado., Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996. 361p.

SATO, A. J. & ROBERTO, S. R. **A Cultura da Macieira no Paraná**. http://www.uepg.br/uepg_departamentos/defito/htm/labiovegetal/anais/Maca.pdf. Acessado em, 02, 08-15. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, E. et al. Ammonia production and assimilation: its importance as a tolerance mechanism during moderate water deficit in tomato plants. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 168, n. 8, p. 816–823, May 2011

SILVA, E. A. **Polinização da macieira (*Malus domestica borkh*) na Chapada Diamantina, BA**. Dissertação mestrado em ecologia e

biomonitoramento. Universidade Federal da Bahia. 2009.

SOARES, J. M.; DA COSTA, F. F.; NASCIMENTO, T. Recomendações básicas para o manejo de água em fruteiras. **Embrapa Semi-Árido. Circular técnica**, 2006.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005, 640 p.

STRECK, N.A. Do we know how plants sense a drying soil? **Ciência Rural**, v.34, p.581- 584, 2004. DOI: 10.1590/ S0103- 84782004000200039.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TODA FRUTA. Cultivares de maçãs. Disponível em: < todafruta.com.br > Acesso em 29. 09.2014.

VALEEXPORT. **O potencial do Vale São Francisco no Brasil**. 2012.

WEBSTER, A.D. 2005. Sites and soils for temperate tree-fruit production: their selection and amelioration. In: Tromp, J.; Webster, A.D.; Wertheim, S.J. (Eds.) - **Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production**. Leiden, Backhuys Publishers BV, p. 12-25.

YAO, S.; NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D. Effects of water stress on growth and mineral composition of 'Gala' apple fruit. **Acta Horticulturae**, v. 564, p. 449-456, 2001.