

POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR MÍNIMO EM PLANTAS DE MAMOEIRO SOB IRRIGAÇÃO PLENA E EM DÉFICIT

Fernanda Nery Vargens¹, Lígia Borges Marinho², Larissa De Sá Gomes Leal³,
Raul Nery Vargens⁴, Vagner Deniz Clemente Campos⁵, Magnus Dall'igna Deon⁶

RESUMO: O objetivo do estudo foi determinar os valores de referência do potencial hídrico foliar mínimo do mamoeiro Formosa cultivado em Juazeiro-BA, em plantas bem irrigadas e sob déficit hídrico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, testando duas lâminas de irrigação (L1= 50% da ETc e L2= 100% da ETc), em 4 repetições. O potencial hídrico foliar mínimo (Ψ_{wf}) do mamoeiro Formosa foi determinado por câmara de pressão do tipo Scholander, no período de maior demanda evaporativa da região. Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando significativo fez-se a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott. Os valores médios de referência de potencial hídrico foliar mínimo do mamoeiro foram de -0,7 a -1,4 MPa, para plantas bem irrigadas e sob déficit hídrico, variando dia-a-dia também com a demanda atmosférica local.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya L.*; escassez hídrica; câmara de scholander.

MINIMUM LEAF WATER POTENTIAL OF PAPAYA OF WELL IRRIGATED PLANTS AND UNDER DEFICIT IN THE SUB-MIDDLE OF VALE DO SÃO FRANCISCO

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the reference values of minimum leaf water potential of Formosa papaya grown in Juazeiro-BA, in well irrigated plants and under water deficit. The experimental design was completely randomized, testing two irrigation depths (L1 = 50% ETc and L2 = 100% ETc) in 4 replications. The minimum leaf water

¹ Mestranda em Agronomia: Horticultura Irrigada, Universidade do Estado da Bahia - UNEB/DTCS CAMPUS III, CEP 48904381, Juazeiro, BA, Brasil, (73) 99955-9772. Email: vargensrbd@gmail.com.

² Doutora, professora/pesquisadora/UNEB, Juazeiro – Bahia. Email: ligia.bmarinho@gmail.com

³ Mestranda em Agronomia: Horticultura Irrigada/UNEB, Juazeiro-Bahia. Email: larissa.leal04@hotmail.com

⁴ Graduando, Engenharia Agrônômica/UNEB, Juazeiro-Bahia. Email: raul.nery@gmail.com

⁵ Graduando, Engenharia Agrônômica/UNEB, Juazeiro-Bahia. Email: vagner.denis@gmail.com ⁶ Doutor, Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, Brasil, Email: magnus.deon@embrapa.br

potential (Ψ_{wf}) of Formosa papaya was determined by a Scholander pressure chamber during the period of greatest evaporative demand in the region. Data were subjected to analysis of variance, and when significant, the means were compared by the Scoot-Knott test. The average reference values of minimum leaf water potential of papaya were -0.7 to -1.4 MPa, for well irrigated plants and under water deficit, also varying with the local atmospheric demand.

KEYWORDS: *Carica papaya L.*; relações hídricas; déficit de água, semiárido.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vêm aumentando a preocupação com relação à disponibilidade de água superficial, sendo que a irrigação é um dos setores que mais requer esse recurso no Brasil, assim como em outros países do mundo, respondendo por aproximadamente 52% da quantidade de água retirada e 68,4% consumido dos cursos hídricos no ano de 2017e na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco não é diferente, o pleito de água para irrigação corresponde por 70% do destino da água retirada (ANA, 2018), sendo fundamental o manejo eficiente da irrigação.

Por isso, estratégias têm sido adotadas afim de minimizar os gastos excessivos com os recursos hídricos, diante disso, o déficit hídrico, vêm sendo utilizado principalmente em regiões com baixos índices pluviométricos e de alta demanda atmosférica, como as regiões semiáridas. Porém, a falta de água é um fator limitante para o desenvolvimento e maturação das plantas, pois além de alterar o seu metabolismo interfere nas relações hídricas, e fisiológicas. Além disso, os valores de Ψ_{wf} mais negativos advertem que há diminuição na assimilação de CO_2 , a qual pode afetar a produção de biomassa na planta, evitando o prejuízo na produção final (ISMÍNIO, 2016).

Diante disso, faz-se necessário estudos mais aprofundados a respeito da cultura e sua tolerância ao déficit hídrico antes de se introduzir essa estratégia de manejo. Indicadores de status da água na planta têm sido utilizados para o manejo de irrigação e/ou seleção de plantas tolerantes, a exemplo dos: potenciais hídricos foliares (Ψ_{wf}), potenciais hídricos do ramo e o conteúdo de água, que podem variar com as condições meteorológicas locais e, requerendo assim, a definição do valor de referência ou limiar para fins da melhor identificação do manejo de irrigação e indicador de tolerância de culturas à escassez de água no solo.

Todavia, poucos estudos foram feitos a respeito das relações hídricas do mamoeiro, principalmente, para o Submédio do Vale do São Francisco, que segundo Alves et al. (2015), possui elementos climáticos que propiciam maior energia para evaporação.

Desta maneira, é fundamental a obtenção de valores de referência do potencial hídrico foliar do mamoeiro, para auxílio de implantação de manejo de irrigação, considerando o sistema solo-planta-atmosfera, além de auxiliar na definição de indicadores de tolerância da cultura ao estresse hídrico. Por isso, o objetivo desta pesquisa foi determinar o potencial hídrico do mamoeiro Formosa, sob déficit hídrico, em Juazeiro-BA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro-BA (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m). O solo da área experimental é um Neossolo Flúvico de textura franco-arenosa conforme Embrapa (1997), utilizando o mamoeiro Formosa cv. Formosa, segundo ano de cultivo, em fileiras simples e espaçamento de 2,0 x 1,5 m, tendo o transplântio ocorrido em 05/01/2017, ou seja, a análise foi feita no segundo ano de cultivo. A irrigação foi realizada por gotejamento *on line*, com emissores espaçados de 0,5 m, com 2,1 Lh⁻¹ a uma pressão de trabalho de 10 mca, sendo quantificada por lisimetria de pesagem.

O potencial hídrico foliar mínimo do mamoeiro foi obtido aos 637, 658, 665 e 680 dias após transplântio – DAT, no período de maior demanda atmosférica na região (outubro e novembro), respectivamente no dia 02/10/2018, 23/10/2018, 30/10/2018 e 14/11/2018, utilizando-se a terceira folha, a partir do ápice da planta, exposta ao sol, sendo determinado por uma Câmara de pressão do tipo Scholander, modelo 1000 PSM Pressure Chamber Instrument, no horário das 11:30 às 15:30 h.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, sendo testados dois tratamentos de manejo de irrigação (lâminas de irrigação calculadas para atender em 50 e 100% o requerimento hídrico do mamoeiro (L50 e L100), em quatro repetições.

Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste F ($p < 0,05$) de probabilidade, e quando significativo foram submetidos ao teste de Scott- Knott, utilizando-se o programa Agroestat. Adicionalmente, o potencial hídrico foliar mínimo foi correlacionado aos dados meteorológicos, proveniente de uma estação automática instalada nas proximidades do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas totais aplicadas na irrigação acumuladas do transplântio ao último dia de avaliação foram de 3408,99 mm e 1704,49 mm, para os mamoeiros Formosa submetidos à irrigação plena (100% ETc) e sob déficit hídrico (50% ETc), respectivamente.

O manejo de irrigação diferenciado de irrigação promoveu diferenças estatísticas significativas nos potenciais hídricos foliares dos mamoeiros apenas nos dias 637 e 665 dias após transplântio (DAT), cujos os valores mais negativos de Ψ_{wf} foram observados para as plantas submetidas ao déficit de água no solo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para o potencial hídrico foliar mínimo do mamoeiro Formosa, em função das lâminas de irrigação sob condições de déficit e plena irrigação, em Juazeiro-BA. 2018.

Dias após o Transplântio (DAT)				
Tratamentos	637	658	665	680
L 50	-1,4 ± 0,336 a	-0,94 ± 0,131 a	-0,95 ± 0,147 a	-0,86 ± 0,070 a
L 100	-0,77 ± 0,064 b	-0,91 ± 0,160 a	-0,70 ± 0,91 b	-0,80 ± 0,085 a
CV	22,28	15,83	14,84	9,43
F	13,30*	0,06 _{ns}	8,33*	1,27 ^{ns}

* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo Teste de Scott- Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Após as médias estão os desvios padrão da média.

(637 a 680 DAT) – Dias após o transplântio; L, lâminas de irrigação aplicadas: L50 e L100, lâminas de irrigação calcula à 50 e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), respectivamente.

A restrição da irrigação à 50% da água requerida pela cultura proporcionou uma menor disponibilidade de água no solo e nos 637 e 658 DAT e sob as condições meteorológicas locais (Tabela 2) ocasionou, provavelmente, a redução na condutância estomática no contínuo planta-atmosfera e, a fim de evitar a perda de água demasiada para atmosfera, resultou em aumento da temperatura foliar e valores de Ψ_{wf} mais negativos.

Sabe-se que o déficit hídrico pode promover a redução da abertura dos estômatos, ou impor fechamento, e a radiação solar interceptada pelo dossel pode ocasionar o incremento de temperatura foliar e limitar a assimilação de CO₂ e/ou alterar o metabolismo das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Verifica-se influência da Radiação solar (RS), do Déficit de pressão de vapor do ar (DPVar) e Umidade relativa, entre outros elementos meteorológicos (Tabela 2), na resposta do potencial hídrico foliar mínimo do mamoeiro, mesmo sob irrigação plena.

Para a condição de déficit de água no solo, os mamoeiros apresentaram ponto mínimo de Ψ_{wf} sob DPV ar de 2 KPa ($y=2,5877x^2-10,465x+9,2607$; $R^2 = 0,7877$) e aproximadamente de 20,45 de $MJ m^{-2} dia^{-1}$ de Radiação Solar ($y = 0,1323x^2 - 5,4132x + 53,524$; $R^2 = 0,8499$).

Para os dias após transplântio do mamoeiro em que não foram observados efeitos significativos dos diferentes manejos de irrigação no potencial da água na folha ao meio dia, a condição de estresse hídrico natural do ambiente, com elevado déficit de pressão de vapor, temperatura do ar e baixa umidade relativa, especialmente nos horários avaliados, resultou num declínio do Ψ_{wf} , especialmente em dias sem nebulosidade, cuja a radiação solar incidente contribuiu presumidamente para o fechamento dos estômatos.

Tabela 2. Valores diários de Radiação solar global (RS), Umidade relativa do ar (UR) e Déficit de pressão de vapor do ar (DPV ar), em Juazeiro-BA.

DAT	RS ($MJ m^{-2} dia^{-1}$)	UR (%)	DPV ar (KPa)
637 (02/10/2018)	22,40	42,08	2,06
658 (23/10/2018)	17,71	57,04	1,60
665 (30/10/2018)	18,04	54,32	1,74
680 (14/11/2019)	23,12	40,94	2,43

*DAT- Dias após transplântio do mamoeiro Formosa.

Semelhante decréscimo do Ψ_{wf} e de fechamento parcial dos estômatos foi reportado para laranjeira ‘valência’ em pesquisa realizada por Medina et al., 1999. Essas respostas das plantas ao aumento desses elementos meteorológicos, possivelmente é uma adaptação evolutiva para conservar água, principalmente em regiões onde há alta demanda atmosférica.

O padrão de resposta aqui verificado sugere que o mamoeiro apresenta habilidade de evitar as perdas demasiadas de água para atmosfera, frente às condições meteorológicas reinantes no local de cultivo, nos horários de maior demanda atmosférica, sendo observado o movimento paraeliotrópico das folhas dos mamoeiros, entre outros fatores; mas que pode ter sucedido a diminuição da assimilação de CO₂, variável não analisada, resultando em redução de produção de frutos (resultados não expostos).

As diferenças dos potenciais mínimos foliares do mamoeiro obtidos mediante o manejo de irrigação adotado, corroboram com as respostas documentadas por outros pesquisadores e para outras culturas (Ortuño et al., 2006; Swaef et al., (2009); Marinho et al., 2011).

Ortuño et al. (2006), encontraram um valor médio de potencial hídrico mínimo do ramo de -1,32 MPa para *Citrus limon L.* bem irrigado e cultivado em Murcia na Espanha.

Para macieira, sem e com limitação de irrigação foram verificados potenciais hídricos foliares de -1,04 e -1,46 MPa, observando-se variação do Ψ_{wr} , dia-a-dia em função das condições meteorológicas locais, em estudo realizado na Bélgica (Swaeef *et al.*, 2009).

Marinho *et al.*, (2011), que trabalhando para definir uma estratégia de manejo de água na fase da colheita da uva *Superior Seedless* e identificar possíveis modificações na produção e qualidade desta, implementaram o manejo hídrico mediante a diferenciação das lâminas de irrigação (100, 50 e 0% da evapotranspiração da cultura e um tratamento adicional "manejo do produtor"), a partir dos 21, 13 e 5 dias antes da colheita da uva e observaram potenciais hídricos foliares ao meio dia de -0,95 e -1,8 MPa, para potencial mátrico do solo variando de 5 a -79,5 kPa para os tratamentos menos e mais deficitários; indicando que o parreiral estava, em alguns dias avaliados, sob estresse moderado e em outros, sob estresse severo, e em outros independentemente dos tratamentos de déficit hídrico impostos e mesmo para as plantas sob estresse severo não houve uma redução significativa no crescimento das bagas das uvas, em estudo realizado em Casa Nova-BA.

O potencial hídrico foliar ao meio dia do mamoeiro Formosa variou de -0,7 a -1,4 MPa sob irrigação plena e déficit hídrico (50% ETc). Entretanto, não há valores de referência do Ψ_{wf} mínimo para mamoeiro, para que seja efetuada a comparação ou definição da sua tolerância déficit hídrico, como disponíveis para videiras, que caracterizam um parreiral vinícola sob estresse moderado ($\Psi_{meio\ dia} < -1,50$ MPa) e sob estresse severo ($\Psi_{meio-dia} > 1,5$ MPa), conforme HSIAO (1973).

Todavia, em Cruz das Almas-BA, foram identificadas variações de comportamento de trocas gasosas de mamoeiros em função do manejo de irrigação adotado e do tipo de genótipo utilizado, com maior sensibilidade ao déficit hídrico detectada para os mamoeiros Calimosa, Sunrise e CMF-234, quando comparados ao CMF-20, sendo esse último genótipo de maior potencial à realizar trocas gasosas sob a condição de limitação hídrica no solo em 50% da água disponível, especialmente, sob potencial matricial menores que -10 KPa (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Vale salientar que, os indicadores de estresse hídrico adotados neste foram: a temperatura foliar e a condutância estomática, não sendo definido o potencial hídrico foliar dos mamoeiros, o que indica a demanda dessa informação, apesar da sabida relação existente entre ele e as variáveis abordadas anteriormente, especialmente sob déficit hídrico.

CONCLUSÃO

O potencial hídrico foliar mínimo do mamoeiro variou em função das lâminas de irrigação aplicada, com valores de referência de -0,7 a -1,4 MPa, para plantas bem irrigadas e sob déficit hídrico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à pesquisa do estado da Bahia (FAPESB) por seu apoio financeiro, nos termos do subsídio 20/2014 e ao Conselho Nacional de desenvolvimento científico e Tecnológico – CNPq, referindo-se ao processo 460861/2014-0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agencia Nacional das Águas. Acompanhamento da Bacia do Rio São Francisco. SOE – Superintendência de Operações e Eventos Críticos. Um artigo em Microsoft Excel, 2018. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br>>. Acesso em 15 de jun. de 2018.

ALVES FILHO, I.; BORGES, P. F.; ARAÚJO, L. S.; PEREIRA, A. R.; LIMA, E. M.; SILVA, L. S.; SANTOS JUNIOR, C. V. Influência das variáveis climáticas sobre a evapotranspiração. Gaia Scientia, v.9, n.1, p.62-66, 2015.

ISMÍNIO, P. L. Potencial Hídrico Foliar, Trocas Gasosas e Crescimento em Genótipos de Theobroma Cacao L. Submetidos a Deficiência Hídrica e Adubação Potássica, 2016.

MARINHO, L.B; RODRIGUES J. V.; SOARES, J. M.; SANTOS, I. S.; BRANDÃO, E. O.; LIMA FILHO, J. M. P. Potencial de água no solo e na folha da videira “Sugraone” sob déficit hídrico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.11, p.1115–1122, 2011.

MATTHEWS, M. A.; ANDERSON, M. M; SCHULTZ, H. R. Phenologic and growth responses to early and late season water déficit in Cabernet flanc. Vitis, v.26, p.147-160, 1987.

MEDINA, C.L. MACHADO, E.C. GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira ‘valência’ sob deficiência hídrica. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.11, n.1, p.29-34, 1999.

OLIVEIRA, V. J. dos S. de; SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, E. J. de; DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L. Avaliação de condutância estomática e temperatura foliar em variedades de mamão submetidas a déficit hídrico. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM.

ORTUNO, M.F., GARCIA-ORELLANA, Y., CONEJERO, W., RUIZ-SANCHEZ, M.C., ALARCON, J.J., TORRECILLAS, A. Stem and leaf water potentials, gas exchange, sap flow and trunk diameter fluctuations for detecting water stress in lemon trees. *Trees* 20, 1–8, 2006

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A.; & BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148: 339-346, 1965.

SWAEF, T.; STEPPE, K.; LEMEURE, R. Determining reference values for stem water potential and maximum daily trunk shrinkage in young apple trees based on plant responses to water deficit. *Agricultural Water Management*, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, p. 719, 2004.