

DISTINTAS FORMAS DE PROPAGAÇÃO E POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO INFLUENCIAM O POTENCIAL DE ÁGUA EM FOLHAS DE MARACUJAZEIRO?

Lucio Aderito dos Anjos Veimrober Junior¹, Ubirani Oliveira Santos², Alisson Jadavi Pereira da Silva³, Hans Raj Gheyi⁴ Lucas Melo Vellame⁵, Maurício Antônio Coelho Filho⁶

RESUMO: Alcançar produtividades elevadas e com qualidade na produção é objetivo de todo agricultor. Importante na produção de sucos, doces e fármacos, o fruto do maracujazeiro é altamente comercializável com demanda de consumo constante, entretanto seus índices de produção nas lavouras brasileiras indicam necessidade de avanço nas técnicas utilizadas. E para que isso ocorra é importante realizar manejo adequado da cultura bem como monitorar variáveis que indiquem desenvolvimento sadio da fruteira. Nesse aspecto, objetivou-se avaliar o potencial de água na folha de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims. ‘BRS Gigante Amarelo’) propagado a partir de sementes ou estaquia sob diferentes potenciais matriciais de água no solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), município de Cruz das Almas – BA entre novembro de 2019 e junho de 2020, período relativo ao segundo ano do ciclo produtivo da cultura. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4: duas formas de propagação vegetativa (semente ou estaquia) e quatro potenciais matriciais de água no solo (-6, -10, -20 e -33 kPa), com três repetições, totalizando 24 unidades experimentais. O monitoramento do potencial de água nas folhas (PAF) foi realizado com uso de câmara de pressão (Bomba de Scholander). Os PAFs do maracujazeiro foram altamente influenciados pelos diferentes potenciais matriciais de água no solo. Não ocorreu efeito das distintas formas de propagação sobre os PAFs.

PALAVRAS-CHAVE: manejo da irrigação, *Passiflora edulis*, umidade do solo, TDR

PROPAGATIONS METHODS AND WATER POTENTIALS IN THE SOIL INFLUENCE THE LEAVES WATER POTENTIAL IN PASSION FRUIT?

¹ Doutorando, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), UFRB, Cruz das Almas, BA, CEP 44.380-000. Fone: (71)98104-1355. e-mail: agrolucio10@gmail.com

² Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Almas, BA. CEP 44.380-000. Fone: (75) 99195-5028. e-mail: ubiraniufrb@gmail.com

³ Prof. Dr. Instituto Federal Baiano, Gov. Mangabeira. CEP 44.350-000. e-mail: alissonagr@gmail.com

⁴ Prof. Dr. Visitante PPGEA/UFRB, Cruz das Almas, BA. CEP 44.380-000. e-mail: hans@agriambi.com.br

⁵ Prof. Dr. PPGEA/UFRB, Cruz das Almas, BA. CEP 44.380-000. e-mail: lucasvellame@gmail.com

⁶ Pesquisador, Embrapa-Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. CEP 44.380-000. e-mail: mauricio-antonio.coelho@embrapa.br

ABSTRACT: Achieving high productivity and quality in production is the goal of every farmer. Important in the production of juices, sweets and pharmaceuticals, the passion fruit is highly marketable with constant consumption demand, however its production rates in Brazilian crops indicate the need for advancement in the techniques used. And for this to happen, it is important to carry out adequate crop management as well as monitor variables that indicate healthy fruit development. In this respect, the objective was to evaluate the water potential in the passion fruit leaf (*Passiflora edulis* Sims. 'BRS Gigante Amarelo') propagated from seeds or cuttings under different water matrix potentials in the soil. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Recôncavo of Bahia (UFRB), municipality of Cruz das Almas - BA between November 2019 and June 2020, a period related to the second year of the crop's productive cycle. The experimental design was completely randomized in a 2 x 4 factorial scheme: two forms of vegetative propagation (seed or cuttings) and four potential water matrices in the soil (-6, -10, -20 and -33 kPa), with three repetitions, totaling 24 experimental units. The monitoring of the water potential in the leaves (WPL) was performed using a pressure chamber (Scholander pump). The passion fruit WPLs were highly influenced by the different water matrix potentials in the soil. There was no effect of the different propagation forms on WPLs.

KEYWORDS: irrigation management, *Passiflora edulis*, soil moisture, TDR

INTRODUÇÃO

Diversos fatores impedem a elevação da produtividade dos pomares de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims.). No Brasil a produtividade média no ano de 2019 foi de 14,2 Mg.ha⁻¹ (IBGE, 2019), entretanto poderia chegar a 50 Mg.ha⁻¹ se as lavouras fossem manejadas corretamente, com controle fitossanitário, adubação, calagem, polinização, podas de condução, oferta de água e uso de sementes e mudas de qualidade (FALEIRO & JUNQUEIRA, 2016).

A busca por maiores produtividades perpassa também pela obtenção de plantas melhoradas, com características produtivas, resistentes a doenças e patógenos e resilientes ao déficit hídrico. Para isso, o uso de métodos de propagação vegetativa, como enxertia ou estaquia tendem a aumentar, permitindo também a implantação de pomares mais uniformes.

Dentre os fatores intrínsecos a planta, a elevação da produtividade dos cultivos está relacionada diretamente ao correto suprimento hídrico. Estima-se que pelo menos 40 % das perdas de safras no mundo estejam vinculadas ao stress hídrico (MONTAÑA et al., 2021), e isso poderá ser ainda mais severo com as alterações climáticas já em curso. É desafio produzir

mais alimentos com uso eficiente da água, já que exige o conhecimento da real necessidade hídrica das culturas, tornando o monitoramento das variáveis relacionadas à planta, ao clima e/ou ao solo indispensáveis. Assim, estratégias efetivas de manejo da irrigação despontam por meio do uso de tecnologias como uma alternativa ao pleno desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável.

Pesquisas com abordagem das relações hídricas da cultura do maracujazeiro ainda exibem lacunas. O estudo da relação do potencial de água na folha da fruteira utilizando distintos tipos de propagação vegetativa e manejos da água de irrigação com base em potenciais matriciais do solo pode subsidiar elucidacões nessa temática. Nesse sentido objetivou-se avaliar o potencial de água na folha de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims. ‘BRS Gigante Amarelo’) cultivado sob diferentes formas de propagação e potenciais matriciais de água no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims, ‘BRS Gigante Amarelo’) foi conduzido em casa de vegetação (orientação leste/oeste), na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), município de Cruz das Almas – BA (12° 40’ S, 39° 06’ W, ~ 226 m de altitude). A casa de vegetação (com área de 180 m²) era do tipo arco simples, protegida lateralmente até a altura do pé direito (3 m) por tela com 50% de sombreamento e o teto coberto com filme de polietileno de 150 µm de espessura. O experimento ocorreu entre os meses de novembro de 2019 e junho de 2020, período relativo ao segundo ano do ciclo produtivo da cultura.

O clima local é do tipo Am de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), com precipitação média anual de 1200 mm e temperatura média do ar de 24°C. No interior da casa de vegetação, durante o período do estudo a temperatura média foi de 27 ± 2°C e a umidade relativa de 74 ± 5%. Os dados foram medidos continuamente usando um sensor termohigrômetro modelo HMP50 (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, EUA), conectado a um datalogger modelo CR 1000 (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, EUA). As leituras do sensor eram a cada 15 segundos e a média armazenada a cada 15 min. O termohigrômetro foi instalado em um suporte posicionado a 1,8 m de altura do solo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4: duas formas de propagação vegetativa (semente ou estaquia) e quatro potenciais matriciais de água no solo (-6, -10, -20 e -33 kPa), com três repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

As mudas de maracujazeiro (propagadas por semente e estaquia) foram oriundas da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas – BA. As mudas via estaquia foram obtidas de planta matriz já em fase produtiva.

A estrutura experimental do presente estudo consistiu de 24 lisímetros de drenagem (reservatórios de fibra de vidro), cada um com área superficial de 1,44 m² e altura de 0,6 m. Na base de cada reservatório, um sistema de drenagem foi instalado, incluindo tubos de PVC perfurados (diâmetro de 32 mm), cascalho e areia. Sobre o sistema de drenagem foi acomodado 0,65 m³ de solo peneirado e seco ao ar (64% de areia, 6% de silte e 30% de argila). O solo utilizado foi classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso, com densidade global de 1,31 kg dm⁻³, densidade de partículas de 2,69 kg dm⁻³ e porosidade total de 51,3%. Os parâmetros hidráulicos do solo, curva de retenção e condutividade hidráulica saturada foram obtidos via modelagem inversa usando o software Hydrus 1-D (ŠIMŮNEK et al., 2016), conforme descrito por Silva et al. (2020).

Foi realizada a aplicação de calcário dolomítico conforme recomendações de Sousa et al. (2004) e adubação de plantio com macro e micronutrientes, conforme Borges (2004) e Costa et al. (2009), respectivamente. As mudas pré-selecionadas (padronizadas em 0,3 m de altura) foram transplantadas para os lisímetros, adotando-se o espaçamento de 2,0 x 1,5 m.

Para irrigação das plantas do maracujazeiro, utilizou-se o sistema por gotejamento com emissores autocompensantes. As linhas de irrigação foram distribuídas sobre os lisímetros, com um emissor (com vazão de 4,2 L h⁻¹) por planta a uma distância de 0,05 m do caule. Após a instalação do sistema de irrigação realizou-se o teste de uniformidade de distribuição de água, posteriormente calculou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC = 96%).

As plantas foram tutoradas usando o sistema de tutoramento do tipo espaldeira vertical, com fio de arame a 1,8 m de altura da base da planta.

Com base na curva de retenção de água do solo, as irrigações foram realizadas em turno de rega fixo a cada dois dias, observando-se o retorno da umidade do solo para próximo dos valores correspondentes aos potenciais matriciais de -6, -10, -20 e -33 kPa, que definiram o tempo de irrigação.

O monitoramento contínuo da umidade no solo foi realizado em um lisímetro por tratamento, empregando-se oito sondas TDR (três hastes de 0,1 m, espaçadas em 0,017 m) integradas com a TDR 100 (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, EUA), multiplexadores SDMX50 (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, EUA) e datalogger CR 1000 para aquisição dos dados (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, EUA). As sondas TDR foram instaladas bidimensionalmente (4 x 2) no perfil do solo (em um único lado da planta): quatro

profundidades (Z) (0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 m) e duas distâncias horizontais do colo da raiz (R) (0,10 e 0,25 m) (Figura 1).

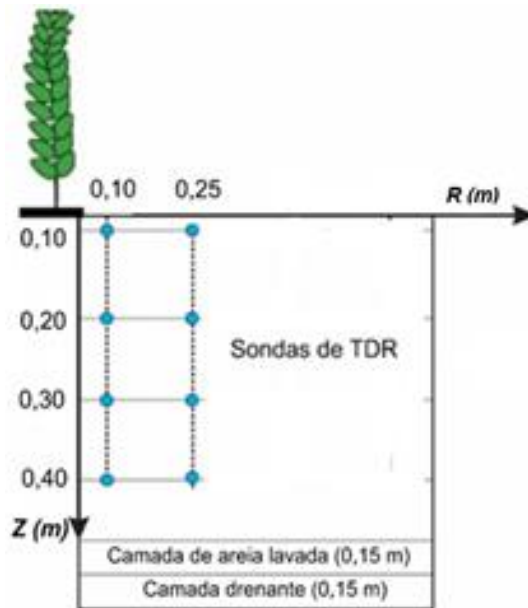


Figura 1. Esquema bidimensional para monitoramento contínuo da umidade do solo

As sondas TDR foram calibradas com base na relação entre os valores da constante dielétrica aparente (k_a) e os valores do teor de água do solo obtidos por secagem em estufa e pesagem. Sequencialmente obtivemos a equação polinomial cúbica que permitiu estimar a umidade do solo com base nas leituras realizadas pela TDR (Figura 2).

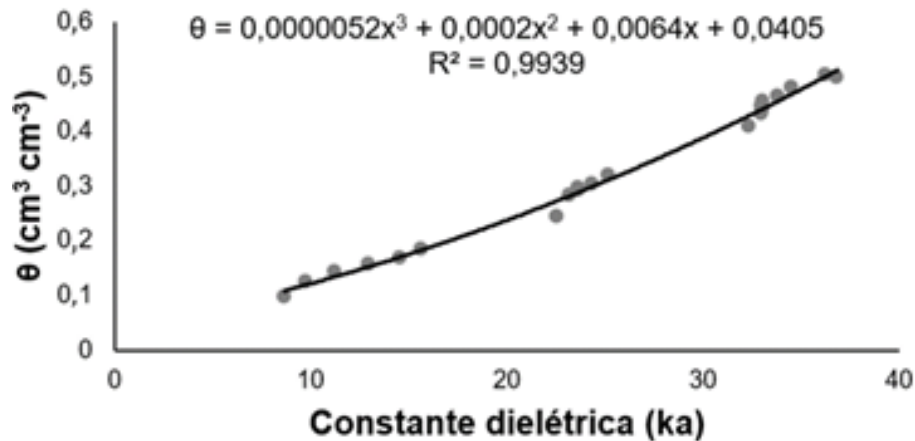


Figura 2. Relação entre a umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) e a constante dielétrica (k_a) obtidas nas sondas de TDR.

Para o cálculo da lâmina de irrigação, os dados de conteúdo de água no solo obtidos foram aplicados a Equação 1.

$$IRN_r = \sum_{Z=0,10}^{Z=0,40} (\theta_{trat} - \theta_{atual}) * Z \quad (1)$$

Em que: IRN_r é a irrigação real necessária calculada para as sondas instaladas nas distâncias de 0,10 a 0,25 m de distância do centro do lisímetro (mm); θ_{trat} é o conteúdo de água no solo correspondente ao potencial matricial de um dado tratamento ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_{atual} a

umidade atual antes de cada irrigação ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$); Z a profundidade de controle de umidade (mm).

A irrigação real necessária aplicada nos intervalos de irrigação foi obtida pela média entre os valores calculados para $R = 0,10 \text{ m}$ e $R = 0,25 \text{ m}$, conforme a Equação 2.

$$IRN_{média} = \frac{(IRN_{0,10 \text{ m}} + IRN_{0,25 \text{ m}})}{Nr} \quad (2)$$

Em que: Nr é o número de leituras utilizadas no cálculo da lâmina de irrigação.

A irrigação foi ajustada para as condições da área molhada pelos emissores com o uso da Equação 3.

$$IRN_{ajustada} = IRN_{média} * Aw \quad (3)$$

Em que: $IRN_{ajustada}$ é a irrigação real ajustada para a área molhada pelos gotejadores (L); Aw é a área molhada pelos gotejadores (m^2).

A área molhada pelo emissor correspondeu ao raio molhado na porção média do bulbo ($0,50 \text{ m}^2$).

O potencial de água nas folhas (PAF) foi medido utilizando-se câmara de pressão (Bomba de Scholander, modelo 3115, Soil Moisture Equipment, Corp., Santa Barbara, Califórnia, EUA), em quatro períodos distintos (crescimento vegetativo, floração inicial e final e frutificação plena). As medições foram realizadas coletando-se duas folhas adultas de ramos produtivos em exposição solar no terço médio das plantas em cada repetição. As folhas foram coletadas entre 11:30 e 13:00h, em dias sem irrigação e sem nebulosidade.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, sendo as médias obtidas em função das formas de propagação comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade e os potenciais matriciais por análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

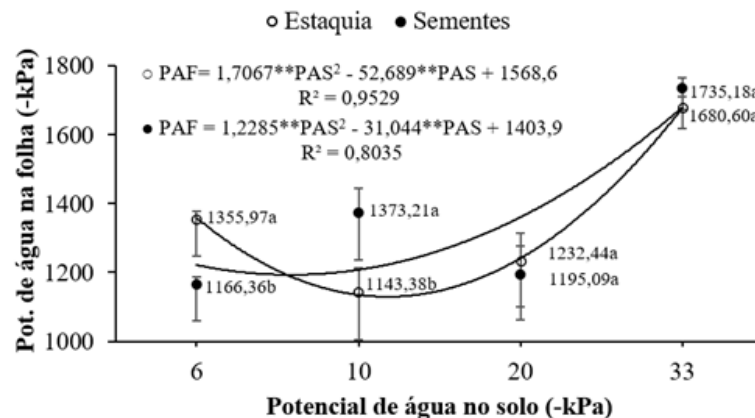
Ocorreram diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) da fonte de variação PM sobre a variável PAF. Indicando que existiu relação entre o conteúdo de água no solo com o estado hídrico das plantas. Todavia não foram evidenciadas diferenças significativas ($p > 0,05$) das FPs sobre as os PAFs, as médias entre as FPs não diferiram entre si. Expressando que eventos de possíveis stress hídrico no cultivo não decorreram dos diferentes tipos de propagação vegetativa. Ocorreram diferenças altamente significativas na interação entre os fatores PM x FP. (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e médias para potencial de água na folha (PAF, - kPa) do maracujazeiro oriundo de duas formas de propagação (FP) e submetido a diferentes potenciais de água no solo (PM).

Fonte de variação	GL	¹ PAF
PM	3	**
FP	1	ns
PM x FP	3	**
Erro	16	-
CV (%)		6,62
Médias para Formas de Propagação		
Estaquia		#1353,10a
Semente		1367,46a

¹ Potencial de água na folha (PAF). ** – significativo ao nível de 0,01 de probabilidade e ns – não significativo pelo teste F. # médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Na Figura 3, verifica-se comportamento polinomial dos PMs em ambas FPs sendo possível notar diferenças estatísticas individualmente nos PMs iniciais (-6 e -10 kPa). Plantas propagadas a partir de estaquia apresentaram médias 13,98 % superiores de PAF comparadas às plantas reproduzidas por sementes no PM -6 kPa. Entretanto no PM -10 kPa há uma inversão nesse mecanismo, pois as plantas propagadas por semente exibiram médias de PAFs 16,73 % a mais que as plantas reproduzidas por estaquia. A medida em que se reduz o conteúdo de água no solo, nos PMs finais (-20 e -33 kPa) se reduzem os PAFs nas plantas propagadas por semente ou estaquia, com semelhança estatística entre ambas.



**Significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste t de Student; as barras nas médias representam o erro padrão; dentro de cada potencial matricial (PM) médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Figura 3. Potencial de água na folha (PAF) do maracujazeiro oriundo de duas formas de propagação e submetido a diferentes potenciais de água no solo.

De acordo com Basu et al. (2016), plantas expostas a stress hídrico incidem fisiologicamente em fechamento estomático para evitar perda de água pela transpiração com alterações no metabolismo geral da cultura. O que pode explicar a relação existente entre os menores potenciais de água no solo (-33 kPa) com taxas expressivas de redução de potenciais hídricos na folha (~ -1700 kPa), explicitadas graficamente na Figura 3. Menzel & Simpson (1994) afirmam que a taxa fotossintética líquida de *Passiflora edulis* (híbrido maracujá roxo x maracujá amarelo) diminuiu nos potenciais hídricos foliares abaixo de -1.500 kPa. Fundamentado nisso, podemos inferir que as plantas propagadas (semente e estaquia), no

presente estudo apresentaram stress hídrico no PM -33 kPa. Entretanto a pesquisa de Gomes et al. (2018), constatou que em solos com potenciais hídricos de até -50 kPa, ocorreu redução da taxa fotossintética em 50 % em maracujazeiros propagados por semente e enxertia, porém sem redução do potencial hídrico foliar.

CONCLUSÕES

Nas condições deste estudo, os diferentes potenciais de água no solo afetaram os potenciais de água na folha do maracujazeiro. Não houve efeito das distintas formas de propagação vegetativa sobre os potenciais de água na folha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BASU, S.; RAMEGOWDA, V.; KUMAR, A.; PEREIRA, A. Plant adaptation to drought stress. **F1000Research**, v. 5, p. 1-10, 2016.
- BORGES, A. L. Nutrição mineral, calagem e adubação. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. (eds.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 117-149.
- COSTA, M. M.; BONOMO, R.; SENA JÚNIOR, D. G.; GOMES FILHO, R. R.; RAGAGNIN, V. A. Produção do maracujazeiro amarelo em condições de sequeiro e irrigado em Jataí–GO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 3, n. 1, p. 13-21, 2009.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2016.
- GOMES, M. M. A.; RAMOS, M. J. M.; TORRES NETTO, A.; ROSA, R. C. C.; CAMPOSTRINI, E. Water relations, photosynthetic capacity, and growth in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.): seedlings and grafted plants. **Revista Ceres**, v. 65, n. 2, p. 135-143, 2018.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2019**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457/#resultado>. Acesso em: 20 out. 2020.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; Passionfruit. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. (Eds.). Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Volume 2. Subtropical and Tropical Crops. **Tree Physiology**, v. 14, n. 10, 1994. p. 225-241.

MONTAÑA, P. A. L.; SARMIENTO, F.; SEQUERA, L. M. M.; FLÓREZ, F. A.; MELGAREJO, L. M. Physiological, biochemical and transcriptional responses of *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* under progressive drought stress. **Scientia Horticulturae**, p. 1-10, 2020.

SILVA, A. J. P.; PINHEIRO, E. A. R.; JONG VAN LIER, Q. Determination of soil hydraulic properties and its implications for mechanistic simulations and irrigation management. **Irrigation Science**, v. 38, n. 3, p. 223-234, 2020.

ŠIMŮNEK, J.; VAN GENUCHTEN, M. T.; ŠEJNA, M. Recent developments and applications of the HYDRUS computer software packages. **Vadose Zone Journal**, v. 15, n. 7, p. 1-25, 2016.

SOUSA, V. F.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. (eds.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 151-167.