

NOVA TÉCNICA DE MEDIÇÃO DO FLUXO DE SEIVA EM PESSEGUEIRO

Thiago Augusto Henz¹
Stefania Mendes Maciel²
Hélio Lange Junior³
Léo Omar Duarte Marques⁴
Marcelo Barbosa Malgarim⁵
Paulo Mello-Farias⁶

RESUMO: Conhecer novas técnicas para mensurar a atividade das plantas e seus processos fisiológicos na fase de repouso vegetativo é de extrema importância, principalmente em culturas economicamente satisfatórias como o pessegueiro. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar uma nova técnica para determinar o fluxo da seiva em pessegueiros com diferentes tamanhos de ramos e tempo de exposição à temperatura ambiente. O experimento foi realizado na safra 2018 com a cultivar de pessegueiro Maciel no município de Capão do Leão. Os ramos foram coletados, armazenados e expostos a diferentes tempos de bancada. Logo após foram cortados em três tamanhos e avaliada a condutividade hidráulica com auxílio do equipamento XYL'EM, que de maneira indireta determina o fluxo de seiva. Os resultados não mostraram diferença significativa ficando entre -1,37 a -5,21 Mpa. Os diferentes tempos de exposição dos ramos e o tamanho que são avaliados não interferem nos resultados de perda de condutância hidráulica do xilema (PCL).

¹ Engenheiro Agrônomo e Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

² Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

³ Engenheiro Agrônomo e Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia e Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências e Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Palavras-chave: *Prunus persica* L.; embolismo; XYL'EM

NEW TECHNIQUE TO SEIVA FLOW MEASUREMENT IN PEACH TREES

. **ABSTRACT:** *Knowing new techniques to measure plant activity and its physiological processes in the dormancy period is extremely important, especially in economically satisfactory crops such as the peach tree. In this context, the objective of this work was to evaluate a new technique to determine the sap flow in peach trees with different branch sizes and time of exposure at room temperature. The experiment was carried out in the 2018 harvest with the peach cultivar Maciel in the municipality of Capão do Leão. The branches were collected, stored and exposed to different bench times. Soon after, they were cut in three sizes and evaluated the hydraulic conductivity with the aid of XYL'EM equipment, which indirectly determines the flow of sap. The results showed no significant difference between -1.37 and -5.21 MPa. The different exposure times of the branches and the size at which they are evaluated do not interfere on results of xylem hydraulic conductivity loss (PCL).*

Keywords: *Prunus persica* L.; embolism; XYL'EM.

INTRODUÇÃO

O pessegueiro é uma espécie pertencente à família Rosáceae, as cultivares utilizadas comercialmente são pertencentes à espécie *Prunus persica* L., onde existem três cultivares botânicas: (a) vulgaris (pêssego comum); (b) nucipersica (nectarina); e (c) platicarpa (pêssego achatado) (FERRAZ et al., 2015). Essa frutífera produz frutos de sabor agradável com boas características nutricionais e visuais, é uma fruta muito procurada pelos consumidores para o consumo *in natura* e também muito utilizada para a indústria na fabricação de geleias, conservas e doces (FISHER et al., 2016).

Atualmente, os países como China, Itália, Estados Unidos, Grécia, Espanha, Turquia e Irã destacam-se na produção da fruta (FAOSTAT, 2014). Na safra de 2016, a produção brasileira foi de 191.855 toneladas, com rendimento médio de 11.101 toneladas em 17.283 hectares colhidos (IBGE, 2017).

Os principais Estados produtores no Brasil são o Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná, dando destaque para o Rio Grande do Sul com uma produção de 127 mil toneladas de pêssego em uma área de 13.084 hectares,

representando 71% da produção total brasileira. As principais cidades produtoras de pêssego no Rio Grande do Sul são Pelotas e Canguçu (IBGE, 2012). No Rio Grande do Sul existe tanto a produção de pêssego de mesa, que está concentrada na Serra Gaúcha, assim como a produção de pêssego para indústria, que está concentrada na região Sul onde está a maior produção de pêssego, caracterizando-se como uma cultura com um importante papel sócioeconômico, pois absorve mão de obra em grande quantidade, principalmente advinda da agricultura familiar (PERGORARO et al., 2016).

Devido à importância da persicultura, é preciso conhecer os mecanismos fisiológicos da cultura a fim de permitir que os nutrientes consigam ter um fluxo constante. Essa disponibilidade de recursos como a água, nutrientes, minerais, açúcares e aminoácidos aos órgãos da planta é fornecida pelo seu sistema vascular que também tem como função dar suporte mecânico. Além disso, proporciona uma ligação entre o floema e o xilema fornecendo informações sobre as condições bióticas acima e abaixo do solo (LUCAS et al., 2013).

O transporte de água e nutrientes nas plantas ocorre por uma diferença de pressão, captados no solo e conduzidos pelo xilema para os demais órgãos do vegetal. Dessa forma ocorre um tensionamento da coluna de água, que é gerado pela evaporação nas câmaras estomáticas e transmitido para o xilema (PEREIRA, 2016).

Embora existam forças de adesão-coesão que mantêm as moléculas de água juntas no interior desta coluna, a tensão que é gerada pode sugar nanobolhas de ar para dentro dos condutos do xilema, através de poros existentes entre esses condutos. Essas nanobolhas podem ficar instáveis em certas condições e causar embolia, interrompendo o transporte de água (SCHENK et al., 2015). A formação de embolia reduz a capacidade de fornecimento de água para os tecidos da parte aérea, limitando a abertura dos estômatos e assim também a fotossíntese (BRODRIBB e HOLBROOK, 2007).

A água se move nas plantas através de tensão em um estado termodinamicamente estável, deixando os vasos que transportam a água vulneráveis ao bloqueio por embolias gasosas. A falha em restabelecer o fluxo em vasos embolizados pode levar à perda sistêmica da condutividade hidráulica e, por fim, à morte destas plantas (BRODERSEN et al., 2010).

Essa quantificação da quantidade e da capacidade de funcionamento do fluxo de seiva dentro da planta também está diretamente relacionada com a transpiração.

Folhas diretamente expostas à radiação solar apresentam maior temperatura e, portanto, maior diferença de pressão de vapor entre a folha e o ar (ANGELOCCI et al., 2004), proporcionando elevação na transpiração.

Outro fator importante é o ambiente que pode influenciar na formação de vasos, podendo causar a diminuição do embolismo ou cavitação (BRODERSEN et al., 2010). A capacidade de transporte e a vulnerabilidade ao embolismo provavelmente determinam a distribuição global de espécies de árvores (KURSAR et al., 2009). Para isso é necessário entender a condutividade hidráulica e a formação de embolia nas plantas (ROCKWELL et al., 2014).

Entre as principais causas de mortalidade de árvores está a disfunção hidráulica, pois há uma forte demanda conflitante entre crescimento, consumo de água e propriedades hidráulicas do xilema (ZHANG e CAO, 2009).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar uma nova técnica para determinar o fluxo da seiva em diferentes tamanhos de ramos e tempo de exposição à temperatura ambiente na cultivar Maciel de pessegueiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos meses de abril a junho de 2018 no laboratório do Departamento de Fitotecnia do Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Pelotas, no município Capão do Leão, RS.

O material vegetal utilizado pertence à cultivar de pessegueiro Maciel (polpa amarela, duplo propósito), pertencente a espécie *Prunus persica*. O pomar possui dez anos de idade e localiza-se na área experimental do Centro Agropecuário da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, situado no município de Capão do Leão, RS, Brasil, nas coordenadas 31°52'00"S, 52°21'24"W, à altitude de 13,24m. O clima é Cfa (subtropical úmido, com verões quentes, podendo haver estiagem e geadas pouco frequentes), segundo a classificação de Köppen, o solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (STRECK et al., 2008).

O delineamento experimental foi um bifatorial 3x2 inteiramente casualizado composto pelos fatores 'tamanho dos ramos' e 'período de bancada em temperatura ambiente'. Foram coletados aleatoriamente no pomar 3 ramos por tratamento (repetições), totalizando 27 ramos. Os ramos foram coletados na posição mediana com tesoura de poda, acondicionados em sacos plásticos pretos durante o transporte e armazenados em refrigeração (~5°C).

Para a avaliação, os ramos ficaram expostos por 0 minutos e 60 minutos à temperatura ambiente na bancada e cortados em 5 cm, 7 cm e 10 cm. Os ramos cortados ficaram imersos em água e sofreram uma leve lesão na parte basal a fim de expor os condutos para a análise. Logo após foi determinado o fluxo da seiva destes ramos através do equipamento XYL'EM (Figura 1).

O XYL'EM é um equipamento autônomo capaz de determinar a condutância hidráulica, expressa em % ou BAR, e a taxa de embolia nos segmentos vegetais em medições no laboratório ou no campo, e também avaliar a fisiologia e as relações hídricas das plantas (COCHARD et al., 2013).

O princípio do aparelho XYL'EM é medir a condutância hidráulica do xilema causada pela presença de ar nos condutos. Ao contrário de outras técnicas, esta se diferencia por ser quantitativa, ou seja, mede a quantidade de perda de funcionalidade do xilema em qualquer momento (SPERRY, 2003).

A porcentagem de perda de condutância do xilema (PLC) pode então ser calculada como:

$$PLC = 100 * (1 - K' / K)$$

Se PLC = 0%, K' = K, isto é, nenhum dos condutos foi embolizado.

Se PLC = 100%, K' = 0, isto é, todas as condutas foram embolizadas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Anova) a 5% de probabilidade pelo programa estatístico RBio (Bhering, 2017).

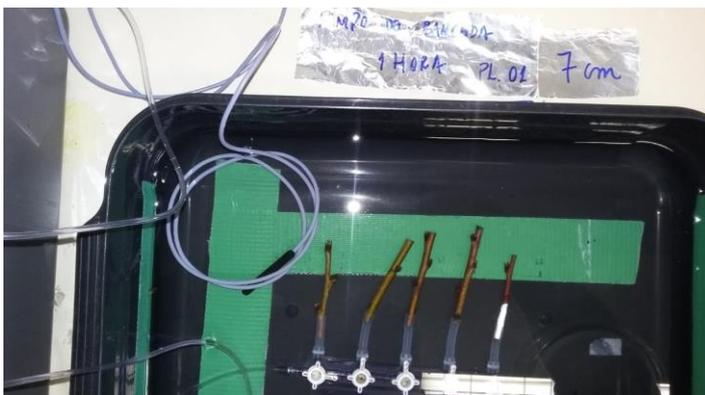


Figura 1: Determinação do fluxo de seiva em ramos de pessegueiro através do equipamento XYL'EM, Capão do Leão, RS-Brasil. Fonte: HENZ, T. A.

Figure 1: Determination of the sap flow of peach tree branches through the XYL'EM equipment, Capão do Leão, RS-Brazil. Source: HENZ, T. A.

RESULTADOS

Os resultados encontrados, mostram que não houve diferença significativa entre as variáveis avaliadas. A variação entre os resultados de condutância de água no xilema ficou na faixa de -1,37 a -5,21 Mpa (Tabela 1).

Não houve relação de embolismo dos ramos de pessegueiro cultivar Maciel entre os resultados dos tratamentos, tamanho de ramos e tempo de bancada.

Tabela 1. Perda de condutância do xilema da cultivar de pessegueiro Maciel, expressos em Mpa, julho de 2018, Capão do Leão, RS-Brasil.

Table 1. Xylem loss of conductance of Maciel peach tree, expressed in Mpa, July 2018, Capão do Leão, RS-Brazil.

Tratamentos	Condutância de água no xilema
0 minutos, 5 cm	-3.928 ^{ns}
0 minutos, 7 cm	-5.214 ^{ns}
0 minutos, 10 cm	-1.980 ^{ns}
60 minutos, 5 cm	-3.216 ^{ns}
60 minutos, 7 cm	-4.464 ^{ns}
60 minutos, 10 cm	-1.376 ^{ns}

^{ns} Não Diferença entre médias não significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

DISCUSSÃO

As leituras de condutância de água no xilema variaram ente -1,37 a -5,21 Mpa, estando em acordo com Simões (2011), onde ao avaliar macieiras e nogueiras diz que as macieiras são menos vulneráveis à cavitação no xilema. Entretanto, as nogueiras são mais suscetíveis ao fenômeno da cavitação. Ao analisá-las resultou na perda de condutividade de -3,60 Mpa para macieiras e de -1,70 Mpa para nogueiras.

Os resultados de PLC quando menores que 10% indicam que os estômatos estão quase fechados antes da formação de embolia. Os resultados mais próximos ao zero indicam que a suscetibilidade à cavitação é maior. Porém como nenhum dos resultados aproximou-se de zero, foi possível identificar a ausência de embolia nos ramos de pessegueiro em todos os tratamentos do experimento.

Acredita-se que a ausência de embolia foi devido às condições climáticas da região Sul do Rio Grande do Sul, de onde foram coletados os ramos para o experimento. No período que os ramos foram coletados a precipitação média mensal da região foi de 73 mm, não vindo a causar um déficit hídrico tão severo. Segundo

Simões (2011), a falta de água seria o principal fator que contribui para a embolia em plantas, como a oferta de água não chegou a valores baixos, como acontece em regiões desérticas e semiáridas, as plantas estavam apresentando um bom funcionamento fisiológico, não estando suscetíveis à embolia do xilema.

A vulnerabilidade dos tecidos condutores à cavitação é um dos parâmetros-chave para o funcionamento hídrico (SPERRY, 2003). Os estômatos são os principais locais de perda d'água na planta e seu funcionamento é determinante para a gestão deste recurso (BELO et al., 2016).

Os pinheiros (*Pinus* spp.) são caracterizados por alta vulnerabilidade à embolia em relação às outras coníferas. É provável que este fato limite a capacidade dos pinheiros de suportar déficits extremos de água sendo necessários outros mecanismos para sua adaptação à seca (DELUCIA et al., 2000).

Observa-se que plantas em períodos de seca ou em baixas temperaturas, devido às tensões negativas no xilema, as hastes tornam-se mais sensíveis à cavitação. Ambos os fatores são capazes de induzir embolia nas hastes, sendo potencializados sinergicamente e sazonalmente (COSTA et al., 2015).

A conversão de amido em açúcares solúveis durante a endodormência serve para evitar o congelamento e/ou recuperar a embolia dos vasos em plantas submetidas a temperaturas de congelamento. Por isso é preciso que a planta esteja bem nutrida e com boas reservas para evitar o embolismo. O amido convertido em açúcares solúveis tem a função de proteger as células do congelamento, ou embolia dos vasos no período hibernar (AMEGLIO et al., 2001).

CONCLUSÕES

Os diferentes tempos de exposição e o tamanho dos ramos avaliados de pessegueiro Maciel não interferem nos resultados de perda de condutância hidráulica do xilema (PCL).

AGRADECIMENTOS

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsas de estudo. E a Universidade Federal de Pelotas pelo fornecimento do material vegetal e equipamento para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMÉGLIO, T.; EWERS, F. W.; COCHARD, H.; MARTIGNAC, M.; VANDAME, M.; BODET, C.; CRUIZIAT, P. Winter stem pressures in walnut trees: effects of carbohydrates, cooling and freezing. **Tree Physiology**, v. 21, n. 6, p. 387-394, 2001.

ANGELOCCI, L. R.; MARIN, F. R.; OLIVEIRA, R. F.; RIGHI, E. Z. Transpiration, leaf diffusive conductance, and atmospheric water demand relationship in an irrigated acid lime orchard. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n. 1, p. 53-64, 2004.

BELO, A. F.; FERREIRA, R. L.; FERREIRA, E. A.; AGUIAR, L. M.; SANTOS, J. B.; CECON, P. R. Atividade fotossintética de plantas cultivadas em solo contaminado com sulfentrazone. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 2, p. 175-183, 2016.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187-190, 2017.

BRODRIBB, T. J.; HOLBROOK, N. M. Forced depression of leaf hydraulic conductance in situ: effects on the leaf gas exchange of forest trees. **Functional Ecology**, v. 21, n. 4, p. 705-712, 2007.

BRODERSEN, C. R.; MCELRONE, A. J.; CHOAT, B.; MATTHEWS, M.A.; SHACKELM K. A. The dynamics of embolism repair in xylem: in vivo visualizations using high-resolution **computed tomography**. **Plant Physiology**, v.154, p. 1088-1095, 2010.

COCHARD, H.; BADEL, E.; HERBETTE, S.; DELZON, S.; CHOAT, B.; JANSEN, S.; Methods for measuring plant vulnerability to cavitation: a critical review. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 15, p. 4779-4791, 2013.

COSTA, A. S.; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, I. A.; PEREIRA, F. H. F. Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) ao déficit hídrico e posterior recuperação. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 705-717, 2015.

DELUCIA, E. H.; MAHERALI, H.; CAREY, E. V. Climate-driven changes in biomass allocation in pines. **Global Change Biology**, v. 6, n. 5, p. 587-593, 2000.

FAO (2014) FAOSTAT. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 10 abr.2018.

FERRAZ, R. A.; LEONEL, S.; ANTUNES, L. E. C. Diferentes Épocas de Poda de Frutificação para o Pessegueiro em Região de Clima Subtropical. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2015.

FISCHER, J. M.; SAVI, D. C.; ALUIZIO, R.; MAY-DE-MIO L. L.; GLIENKE, C. Caracterização de espécies de *Monilinia* spp associadas à podridão parda em caroços no Brasil. **Plant Pathology**, Oxford, v.66, p.37-512, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Mundial – Culturas temporárias e Permanentes. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01 ago. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 10 abr.2018.

KURSAR, T. A.; ENGELBRECHT, B. M. J.; BURKE, A.; TYREE, M. T.; EI-OMARI, B.; GIRALDO, J. P. Tolerance to low leaf water status of tropical tree seedlings is related to drought performance and distribution. **Functional Ecology**, v. 23, n. 1, p. 93-102, 2009.

LUCAS, W. J.; GROOVER, A.; LICHTENBERGER, R.; FURUTA, K.; YADAV, S.R.; HELARIUTTA, Y.; XIN-QIANG, H.; FUKUDA, H.; KANG, J.; BRADY, S.M.; PATRICK, J. W.; SPERRY, J.; YOSHIDA, A.; LÓPEZ-MILLÁN, A. F.; GRUSAK, M. A.; KACHROO, P. The plant vascular system: evolution, development and functions. **Journal of Integrative Plant Biology**, v.55, n.4, p. 294-388, 2013.

PEGORARO, C.; MACIEJEWSKI, P.; MANICA-BERTO, R.; PERGORARO, C.; OLIVEIRA, F. M.; SILVA, J. A. Percepção dos produtores à aplicação de agrotóxicos na produção de pêssego in natura na metade sul do RS. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 899-908, 2016.

PEREIRA, L. Embolismo em plantas: novas técnicas de medição e a relação com a lignificação do xilema, Plant embolism: new techniques of measurements and the relationship with the xylem lignification, 2016.

ROCKWELL, F. E.; WHEELER, J. K.; HOLBROOK, N. M. Cavitation and its discontents: opportunities for resolving current controversies. **Plant Physiology**, v. 164, p. 1649-1660, 2014.

SCHENK, H. J; STEPPE, K.; JANSEN, S. Nanobubbles: a new paradigm for air-seeding in xylem. **Trends in Plant Science**, v. 20, n.4, p. 199-205, 2015.

SIMÕES, F. **Parâmetros hídricos em angiospermas lenhosas de clima temperado durante os estádios de repouso e crescimento**. Tese de Doutorado. Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, 2011,

SPERRY, J. S. Evolution of water transport and xylem structure. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n.3, p. 115-127, 2003.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2ª ed. Porto Alegre, UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, 222 p., 2008.

ZHANG, J. L; CAO, K. F. Stem hydraulics mediates leaf water status, carbon gain, nutrient use efficiencies and plant growth rates across dipterocarp species. **Functional Ecology**, v. 23, n.4, p. 658–667, 2009.