

## **EXSUDATOS RADICULARES DE PORTAENXERTOS *PRUNUS***

Letícia Vanni Ferreira<sup>1</sup>, Luis Eduardo Corrêa Antunes<sup>2</sup>

Doutorado na área de Fruticultura de Clima Temperado em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPe/FAEM/PPG) pós-doutorado CAPES/EMBRAPA, na Embrapa Clima Temperado<sup>1</sup>; Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras<sup>2</sup>.

**RESUMO:** As quantidades e a qualidade dos exsudatos radiculares dentre outros fatores é dependente do estado nutricional e nível de estresse químico aos quais as plantas são submetidas. Diante da importância do nitrogênio (N) nos processos de formação de compostos orgânicos e tendo em vista a escassez de informações, objetivou-se no presente trabalho caracterizar a composição, quantificar e entender a dinâmica da liberação dos ácidos orgânicos presentes nos exsudatos radiculares dos genótipos de portaenxerto do gênero *Prunus* 'GF677' e 'Gx N15' como mecanismo de resposta à fertilização nitrogenada. Para este fim, realizou-se oito coletas de exsudatos de raiz em diferentes datas, gerando desta forma dados raramente encontrados na literatura os quais poderão fornecer explicações importantes a respeito do desempenho e fisiologia da planta em virtude da nutrição mineral nitrogenada. Com o presente estudo, verificou-se que os principais ácidos orgânicos presentes nos exsudatos radiculares dos portaenxertos 'GF 677' e 'Gx N15' são oxálico, tartárico e málico.

**Palavras-chaves:** Exudação, ácidos orgânicos, nitrogênio

### **EXUDATES ROOT OF ROOTSTOCKS *PRUNUS***

**ABSTRACT:** The experiment was conducted from February to April 2015, in a greenhouse belonging to Vivai Battistini, of Cesena / FC, Italy. Two genotypes of *Prunus* 'G x N15' rootstock (*P. Amygdalus* x *P. Persica*) and 'GF 677' (*P. persica* x *P. amygdalus* hybrid) were used, using urea as the source. The experimental plot was composed of 10 plants per treatment. The seedlings were cultivated in rhizoboxes and the substrate used was peat. The objective of this work was to characterize the organic acids present in root exudates present in *Prunus* rootstocks as a mechanism of response to nitrogen fertilization, which may provide important explanations regarding the performance and physiology of the plant due to mineral nutrition. The principal organic acids present in the root exudates of 'GF 677' and 'Gx N15' rootstocks are oxalic, tartaric and malic. The dose of 2 mM N does not influence the concentration of organic acids present in the root exudates of the grafts 'GF 677' and 'Gx N15'.

**Keywords:** Exudation, organic acids, nitrogen

## **INTRODUÇÃO**

Os exsudatos radiculares são substâncias produzidas pelas plantas e liberadas na rizosfera (MONTEIRO et al., 2012). Sua composição é dependente do estado fisiológico e da espécie da planta, bem como dos microrganismos presentes no solo (KANG et al., 2010).

Compostos como carboidratos, aminoácidos, ácidos orgânicos, fenóis, ácidos graxos, vitaminas e enzimas compreendem os principais exsudatos secretados pelas raízes das plantas (CARVALHAIS et al., 2011).

Um aumento da exsudação radicular ocorre principalmente em situações de estresse nutritivo para as plantas, alterando a química do solo em torno das raízes e servindo como substrato para o crescimento seletivo dos microrganismos (MARSCHNER, 1995). O oposto, ou seja, uma redução da exsudação radicular, também pode acontecer, especialmente, em solos fertilizados (ALVES et al., 2009).

As quantidades e a qualidade dos exsudatos radiculares dentre outros fatores é dependente do estado nutricional e nível de estresse químico aos quais as plantas são submetidas. Diante da importância do nitrogênio (N) nos processos de formação de compostos orgânicos e tendo em vista a escassez de informações, objetivou-se no presente trabalho caracterizar e quantificar os ácidos orgânicos presentes em exsudatos radiculares de portaenxertos de *Prunus* como mecanismo de resposta à fertilização nitrogenada.

## MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a abril de 2015, em casa de vegetação pertencente ao Viveiro Battistini, no município de Cesena/FC, Itália, com mudas de 2 meses e provenientes de micropropagação. Utilizou-se dois genótipos de portaenxerto de *Prunus* 'G× N15' (*P. Amygdalus* x *P. Persica*) e 'GF 677' (híbrido de *P. persica* x *P. amygdalus*), cultivados em recipientes transparentes chamados rhizoboxes os quais possibilitam a observação do crescimento das raízes e coleta dos exsudatos radiculares. Para evitar a entrada de luz e consequentemente a oxidação e escurecimento das raízes das mudas, cobriu-se as rhizoboxes com plástico preto e após sete dias inclinou-se as mesmas para estimular o crescimento das raízes.

A primeira irrigação empregou 375 mL de água em cada rhizobox e ocorreu logo após o plantio das mudas. Nos sete dias consecutivos nebulizou-se as folhas com água destilada uma vez ao dia, como objetivo de reduzir a transpiração das plantas e evitar o estresse e minimizar o risco de não sobreviverem à fase de transplante. Posteriormente as mudas somente receberam água ou solução nitrogenada nos dias de tratamento (fornecimento de N).

Iniciou-se a aplicação de fertilização nitrogenada (solução com 2 mM de N) no dia 10/03/2015 e a partir de então até o final do experimento realizou-se aplicação de solução e

ouáguatrêsvézes por semana, nas datas 10, 12, 15, 17, 19, 22, 24 e 26 de março de 2015. Em cada aplicação de solução nitrogenada forneceu-se 100mL de solução por rhizobox. Às plantas que não receberam a solução, foi fornecido apenas 100 mL de água destilada. O N empregado no experimento foi fornecido na forma de uréia.

A temperatura do ambiente experimental foi mantida constante ao longo de todo o período de cultivo. No primeiro experimento a temperatura média foi em torno de 18°C, com variação dia/noite de 2°C, fotoperíodo em torno 12 horas de luz e 12 horas de escuro. A umidade relativa do ar foi mantida em 65%.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2: duas doses de N (0 e 2mM) e dois genótipos de portaenxerto *Prunus* ('GF 677' e 'Gx N15'), sendo os tratamentos compostos pela combinação entre estes fatores. A parcela experimental foi composta por 10 plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando o efeito de tratamento foi significativo, realizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o emprego do programa SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2011).

Análises realizadas:

Índice de clorofila foliar: mediante o equipamento SPAD Minolta, foram realizadas duas medidas para cada lâmina foliar de três folhas por planta, a partir da primeira folha jovem totalmente expandida. Esta análise foi realizada a cada tratamento, três vezes por semana.

Número médio de folhas por muda: determinação realizada através da contagem do número de folhas de cada muda no primeiro e no último dias do experimento.

Altura média da parte aérea: parâmetro obtido através da média do comprimento em cm, no primeiro e último dias do experimento.

Composição e quantificação de ácidos orgânicos de exsudatos radiculares: Foram realizadas coletas duas vezes por semana, sempre um dia após a adição de solução com N, conforme metodologia de Neumann et al. (2013), totalizando oito coletas de exsudatos radiculares.

Para obter-se os exsudatos da rizosfera *in situ*, após a abertura das rhizoboxes, colocou-se sobre as raízes brancas discos de papel de filtro absorvente (Whatman nº 3) com 5mm de diâmetro, previamente lavados em solução de água milliQ (água ultra pura) + metanol na proporção de 3:1 e secados em capela, visando evitar contaminações.

Estes discos de papel imediatamente após serem colocados sobre as raízes foram medidos com água milliQ, objetivando a indução do fluxo

dosexsudatosemrelaçãoo papel. Após este procedimentos paredes das rhizoboxes foram fechadas para garantir o contato entre os discos e as raízes. Depois de uma hora, os discos foram recolhidos com auxílio de pinça e transferidos para eppendorfs de 2mL onde foram acrescentados 1mL de água milliQ.

As amostras coletadas foram congeladas a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  e assim permaneceram até o momento da realização da análise, quando foram filtradas em filtros de nylon ( $0,45\ \mu\text{m}$ ). Os ácidos orgânicos foram quantificados ao longo do experimento por cromatografia líquida de alto desempenho com coluna LiChrospher  $5\ \mu\text{m}$ , RP-18  $\mu\text{m}$  (Supelco, Inc., Bellefonte, PA, EUA), sendo o tampão de eluição de  $18\ \text{mmol/L}$  de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , pH 2,1 ajustado com  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Os cromatogramas foram corridos durante 40 min e o comprimento de onda de detecção foi de  $210\ \text{nm}$ . Durante a análise, os ácidos orgânicos foram identificados e quantificados conforme Neumann et al. (2013).

Massa fresca e seca da raiz e da parte aérea das mudas: Ao final do experimento as plantas foram separadas em parte aérea e raiz e pesadas em balança analítica. Após secagem em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$  por 72h, pesou-se novamente o material vegetal em balança analítica.

## RESULTADOSE DISCUSSÃO

O tratamento com e sem N não interferiu no índice de clorofila em nenhuma das datas avaliadas (Tabela 1). Estes dados discordam de Vale e Prado (2009) os quais verificaram maior valor de clorofila em plântulas de portaenxerto de limoeiro quando as mesmas receberam N. As concentrações de clorofila normalmente se correlacionam com as doses de N (PEREIRA et al., 2015).

O genótipo causou efeito no teor de clorofila na maioria das datas avaliadas, sendo 'GF 677' o que apresentou maior índice de clorofila quando comparado com 'G $\times$  N15', indicando que pode ser uma característica intrínseca de cada cultivar (Tabela 1). Este resultado indica uma maior capacidade fotossintética deste genótipo em relação ao 'G $\times$  N15' e pode explicar o porquê do seu maior crescimento vegetativo (número de ramos laterais, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e raiz). Picolotto et al. (2009) observaram diferenças relativas à quantidade de clorofila de diferentes genótipos de portaenxerto de pessegueiro, cujos valores mais elevados foram verificados nas cultivares Okinawa, Capdeboscq e Tsukuba. Pereira et al. (2015) verificaram que o portaenxerto *P.*

*calleryana* induziu maior concentração de clorofila nas folhas de pereiras asiáticas que *P. betulifolia*.

Para as variáveis número de ramos laterais, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e raiz observou-se diferenças estatísticas apenas relativas ao fator genótipo, sendo o ‘GF 677’ aquele que destacou-se com os maiores valores (Tabela 2). Esta diferença de vigor entre genótipos, está de acordo com Picolotto et al. (2012), os quais verificaram um comportamento particular de crescimento entre cultivares de *Prunus*. Já o N não influenciou tais parâmetros, confirmando que a dose aplicada foi insuficiente para causar aumento no crescimento vegetativo das mudas. Pimentel et al. (2014) ao trabalharem com portaenxerto de citrus ‘Flying Dragon’ afirmam que o N tem papel fundamental no incremento das massas secas de raiz e da parte aérea, além de promover o aumento da altura dos portaenxertos.

Com relação à aplicação de N, apenas nas duas primeiras coletas de exsudatos observou-se efeito do N, sendo as mudas que receberam N as que apresentaram os maiores teores de ácido oxálico e também de nitrato (Tabelas 3 e 4). Na segunda coleta houve interação entre os fatores estudados. Quando as mudas não receberam N não houve diferença entre os genótipos, porém ao receberem este N, o ‘GF 677’ foi o que exsudou mais tanto nitrato quanto ácido oxálico (Tabela 3).

Tanto para o ácido oxálico como para o nitrato, em quatro das coletas de exsudatos radiculares realizadas, observou-se diferença estatística em relação aos genótipos, destacando-se o ‘Gx N15’ com os maiores teores deste ácido orgânico quando comparado ao ‘GF 677’, porém em outras quatro coletas não houve diferença (Tabelas 4, 5, 6 e 7).

Quanto ao ácido tartárico verificou-se efeito do genótipo apenas na primeira e última coleta de exsudatos radiculares, sendo que nas mesmas verificou-se os maiores valores deste ácido no ‘Gx N15’. As plantas que receberam N apresentaram os menores teores de ácido tartárico na primeira, terceira e última coleta de exsudatos, entretanto, nas demais coletas não observou-se diferença estatística (Tabelas 4, 5, 6 e 7).

O ácido málico sofreu influência do fator genótipo na segunda, sexta e sétima coletas de exsudatos radiculares, sendo verificados os maiores teores deste ácido no ‘Gx N15’ em comparação ao ‘GF 677’. Já o N influenciou na segunda, quarta, sexta e oitava coleta, sendo que as plantas as quais receberam este nutriente foram as que exsudaram mais ácido málico em comparação às que não receberam.

Referente ao ácido ascórbico na segunda, terceira, sexta e sétima coletas observou-se que o ‘Gx N15’ foi significativamente superior ao ‘GF 677’, porém nas demais coletas não

foram observadas diferenças estatísticas relativas ao genótipo. E quanto ao N na primeira e terceira coletas as mudas as quais não receberam este nutriente foram as que exsudaram maior quantidade de ácido ascórbico, porém nas demais coletas de exsudatos radiculares não houve efeito do N.

O ácido cítrico na maioria das coletas não foi influenciado pelos fatores em estudo. Porém, na sexta e sétima coletas o fator genótipo interferiu na exsudação radicular, sendo o 'Gx N15' aquele que apresentou maior concentração deste ácido. Já em relação ao N, as mudas as quais receberam este elemento foram as que exsudaram mais ácido cítrico, mas apenas na terceira e sétima coletas, nas demais o N não promoveu diferenças significativas.

O ácido succínico não foi afetado pelo fator N, sendo apenas verificado efeito significativo do fator genótipo na sexta coleta, em todas as demais não houve significância. Além disso, este ácido não foi encontrado na segunda, sétima e oitava coletas (Tabela 34).

Observou-se maiores concentrações de ácidos orgânicos no genótipo 'Gx N15' em relação ao 'GF 677'. Estes dados coincidem com Alves (2009) o qual observou diferenças entre espécies, não só em termos de quantidade de exsudados liberados, mas também na proporção dos seus constituintes.

Um aumento da exsudação radicular ocorre principalmente em situações de estresse nutritivo para as plantas, alterando a química do solo na vizinhança das raízes e servindo como substrato para o crescimento seletivo dos microrganismos, como, em situações de deficiência (ALVES, 2009). Sendo assim, acredita-se que neste trabalho o N não foi deficiente, pois as plantas que não receberam este elemento, em geral, exsudaram mais ácidos orgânicos do que as que o receberam. De acordo com o mesmo autor, uma redução da exsudação radicular, também pode acontecer, especialmente, em solos fertilizados. Isto dá indícios de que a dose de N fornecida, neste trabalho tenha sido insuficiente.

Os ácidos orgânicos exsudados tiveram comportamentos distintos nas diferentes coletas realizadas. Muitos fatores interferem na exsudação radicular, inclusive uma mesma raiz pode ter comportamentos diferenciados ao longo do seu perfil, principalmente à medida que vai envelhecendo e o seu estado fisiológico é alterado (PIERRET et al., 2007).

## **CONCLUSÃO**

Os principais ácidos orgânicos presentes nos exsudatos radiculares dos portaenxertos 'GF 677' e 'Gx N15' são oxálico, tartárico e málico.

A dose de 2mM de N não influencia na concentração de ácidos orgânicos presentes nos exsudatos radiculares dos portaenxertos ‘GF 677’ e ‘Gx N15’.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Tiago Filipe Diniz. 2009. **Efeito dos exsudados radiculares na mineralização de resíduos orgânicos aplicados ao solo**. 11 de setembro de 2009. 78f. Dissertação (mestrado) – Engenharia do Ambiente – Área de Concentração Tecnologias Ambientais, Lisboa, Portugal.

CARVALHALIS, Lilia. C.; DENNIS, Paul. G.; FEDOSEYENKO, Dmitri.; HAJIREZAEI, Mohammed. R.; BORRIS, Rainer.; VON WIRÉN, Nicolaus. 2011. **Root exudation of sugars, amino acids, and organic acids by maize as affected by nitrogen, phosphorus, potassium, and iron deficiency**. J. Plant Nutr. Soil Sci. Bodenk., v. 174, p. 3–11. Disponível em: <http://http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.201000085/epdf> Acesso em 13 jan. 2017.

FERREIRA, Daniel Furtado. 2011. Lavras, MG. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042.

KANG, Bin Goo.; KIM, Woo Taek.; YUN, HyeSup.; CHANG, SooChul. 2010. **Use of plant growth-promoting rhizobacteria to control stress responses of plant roots**. Plant Biotechnology Reports, v.4, p.179-183. Disponível em <http://link.springer.com/article/10.1007/s11816-010-0136-1/fulltext.html> Acesso em 13 jan. 2017.

MARSHNER, Horst. 1995. **The Soil Interface (Rhizosphere) in Relation to Mineral Nutrition. Mineral Nutrition of Higher Plants**. Loddon, Norfolk: Academic Press. p. 125–161.

MONTEIRO, Fernando Pereira; PACHECO, Leandro Pereira.; LORENZETTI, Emi Rainildes; ARMESTO, Cecília.; SOUZA, Paulo Estevão de; ABREU, Mário Sobral de. 2012. **Exsudatos radiculares de plantas de cobertura no desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum***. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 87-93. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/12245/8236> Acesso em 13 jan. 2017.

PEREIRA, Ivan dos Santos.; PICOLOTTO, Luciano.; GONÇALVES, Michel Aldrighi; VIGNOLO, Gerson Kleinick; ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa. 2015. **Potassium Fertilization Affects Floricane Mineral Nutrient Content, Growth, and Yield of Blackberry Grown in Brazil**. HortScience, v. 50 n. 8, p. 1234–1240.

PICOLOTTO, Luciano.; MANICA-BERTO, Roberta.; PAZIN, Dalcionei.; PASA, Mateus da Silveira.; SCHIMITZ, Juliano Dutra.; PREZOTTO, Marcos Ernani; Betemps, Debora.; BIANCHI, Valmor João.; FACHINELLO, José Carlos. 2009. **Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro**

**cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta-enxertos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 583-589. Disponível em:

[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31797310/Caracteristicas\\_vegetativas\\_\\_fenologicas\\_e\\_produtivas\\_do\\_pessegueiro.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1484332462&Signature=bt6xFIOWleACwIARtZl0XOj1BCQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCaracteristicas\\_vegetativas\\_fenologicas.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31797310/Caracteristicas_vegetativas__fenologicas_e_produtivas_do_pessegueiro.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1484332462&Signature=bt6xFIOWleACwIARtZl0XOj1BCQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCaracteristicas_vegetativas_fenologicas.pdf) Acesso em 11 jan. 2017.

PIMENTEL, UlianaVieira; MARTINS, Antônio Baldo Geraldo.; BARBOSA, José Carlos; CAVALLARI, Ludimila de Lima. **Nutrição do porta-enxerto 'FlyingDragon'**. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.36, n.2, Jaboticabal, 2014. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-193/13>. Acesso em 03 mar. 2016.

PIERRET, Alain; DOUSSAN, Claude; CAPOWIEZ, Yvan; BASTARDEIE, François; PAGES, Loic. 2007. **Root FunctionalArchitecture: A Framework for ModelingtheInterplaybetween Roots andSoil.** *VadoseZoneJournal*. SCI Journals, SoilBiophysics, p. 269-281.

VALE, Wyllyan do; PRADO, Renato Mello. 2009. **Adubação com NPK e o estado nutricional de 'citrumelo' por medida indireta de clorofila.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 2, p. 266-271.

## TABELAS

**Table 1:** Average leaf chlorophyll content of leaves of 'G × N15' and 'GF 677' peach rootstocks with and without nitrogen fertilization at different dates of 2015. UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 1:** Teor médio de clorofila de folhas de mudas de portaenxerto de pessegueiro 'G× N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada, em diferentes datas de 2015. UNIBO, Cesena, FC, 2017.

Genótipo	10/03	12/03	15/03	17/03	19/03	22/03	24/03	26/03
'G× N15'	41,9 b	37,9 b	40,7 <sup>ns</sup>	38,8 <sup>ns</sup>	38,9 b	41,4b	40,6 b	40,5 b
'GF 677'	45,2 a	40,9 a	42,2	40,7	44,1 <sup>a</sup>	43,6 a	44,9 <sup>a</sup>	44,6 a
<b>Tratamento</b>								
Com N	43,3 <sup>ns</sup>	39,1 <sup>ns</sup>	41,0 <sup>ns</sup>	39,9 <sup>ns</sup>	41,6 <sup>ns</sup>	42,1 <sup>ns</sup>	43,1 <sup>ns</sup>	42,7 <sup>ns</sup>
Sem N	44,5	40,3	42,1	40,0	42,5	43,4	43,4	43,2
<b>CV(%)</b>	<b>5,1</b>	<b>7,2</b>	<b>6,0</b>	<b>7,6</b>	<b>5,7</b>	<b>5,9</b>	<b>7,3</b>	<b>5,8</b>

\*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> (nãosignificativo)

**Table 2:** Number of leaves, number of lateral branches, height, fresh mass and root and shoot dry mass of *Prunus* 'G × N15' and 'GF 677' rootstocks with and without nitrogen fertilization. UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 2:** Número de folhas, número de ramos laterais, altura, massa fresca e massa seca de raiz e da parte aérea de mudas de portaenxertos de *Prunus* 'G × N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada. UNIBO, Cesena, FC, 2017.

Genótipo	Número de folhas	Número de ramos laterais	Altura das mudas (cm)	
'G × N15'	22,31 <sup>ns</sup>	4,61 b	29,61 b	
'GF 677'	23,15	13,00 a	37,17 a	
<b>Tratamento</b>				
Com N	23,00 <sup>ns</sup>	10,12 <sup>ns</sup>	34,53 <sup>ns</sup>	
Sem N	22,64	9,29	33,88	
<b>CV(%)</b>	<b>12,61</b>	<b>36,87</b>	<b>13,84</b>	
Genótipo	Massa fresca da raiz (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa fresca da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
'G × N15'	3,14 b	0,42 b	7,92 b	1,68 b
'GF 677'	6,55 a	0,70 a	11,96 a	2,47 a
<b>Tratamento</b>				
Com N	5,01 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	9,98 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>
Sem N	5,53	0,64	10,90	2,25
<b>CV(%)</b>	<b>33,81</b>	<b>28,31</b>	<b>18,77</b>	<b>25,80</b>

\* Means followed by different letters, lowercase in the column, differ from each other by the Tukey test at 5% of error probability. \* Ns (not significant) at 5% probability of error.

**Table 3:** Concentration of organic acids in the second collection of root exudates of 'G × N15' and 'GF 677' peach rootstocks with and without nitrogen fertilization, obtained by the use of high performance liquid chromatography (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 3:** Concentração de ácidos orgânicos na segunda coleta de exsudatos radiculares de mudas de portaenxertos de pessegueiro 'G × N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada, obtidos pelo uso da cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

Concentração de Ácidos Orgânicos em exsudatos radiculares (umol cm <sup>-1</sup> )	
Oxálico	Nitrato

<b>Genótipos</b>	<b>Tratamento</b>			
	<b>Com N</b>	<b>Sem N</b>	<b>Com N</b>	<b>Sem N</b>
'Gx N15'	0,7837 b B	0,9327 a A	0,9053 a	0,9473 a
'GF 677'	0,7900 b A	0,9263 a A	0,6620 b	0,9181 a
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>6,02</b>			

Means followed by different lowercase letters, in the same row (treatment) and averages followed by different uppercase letters, in the same column (genotype) differ from each other, by the test of Tukey at the level of 5% of probability of error.

**Table 4:** Concentration of organic acids (umol cm<sup>-1</sup>) of root exudates from 'G × N15' and 'GF 677' peach rootstocks with and without nitrogen fertilization, collected at different dates and obtained by the use of chromatography Liquid chromatography (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 4:** Concentração de ácidos orgânicos (umol cm<sup>-1</sup>) de exsudatos radiculares de mudas de portaenxertos de pessegueiro 'G× N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada, coletados em diferentes datas e obtidos pelo uso da cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

	Oxálico	Nitrato	Tartárico	Málico	Ascórbico	Cítrico	Succínico
1 <sup>a</sup> Coleta (11/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
Gx N15	0,9313 a	0,9824 a	0,3622 a	0,0522 <sup>ns</sup>	0,0074 <sup>ns</sup>	0,0063 <sup>ns</sup>	0,0051 <sup>ns</sup>
GF 677	0,7068 b	0,7438 b	0,0253 b	0,0689	0,0057	0,0056	0,0038
<b>Tratamento</b>							
Com N	0,9373 a	0,98 a	0,0293 <sup>ns</sup>	0,0497 b	0,0048 b	0,0054 <sup>ns</sup>	0,0062 a
Sem N	0,7009 b	0,74 b	0,0322	0,0715 a	0,0083 a	0,0065	0,0027 b
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>17,48</b>	<b>17,73</b>	<b>48,44</b>	<b>17,50</b>	<b>28,34</b>	<b>51,06</b>	<b>27,11</b>
2 <sup>a</sup> coleta (13/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
Gx N15	-	-	0,0357 a	0,0445 a	0,0020 a	0,0086 <sup>ns</sup>	-
GF 677	-	-	0,0277 b	0,0343 b	0,0015 b	0,0149	-
<b>Tratamento</b>							
Com N	-	-	0,0332 <sup>ns</sup>	0,0389 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	0,0168 <sup>ns</sup>	-
Sem N	-	-	0,0302	0,0398	0,0018	0,0067	-
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16,46</b>	<b>19,54</b>	<b>16,96</b>	<b>65,03</b>	<b>-</b>

\*Means followed by different letters, lowercase in the column, differ from each other by the Tukey test at 5% of error probability. \*Ns (not significant) at 5% probability of error.

**Table 5:** Concentration of organic acids collected in different dates of root exudates of 'G × N15' and 'GF 677' peach rootstocks with and without nitrogen fertilization obtained by the use of high performance liquid chromatography (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 5:** Concentração de ácidos orgânicos coletados em diferentes datas de exsudatos radiculares de mudas de portaenxertos de pessegueiro 'G× N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada, obtidos pelo uso da cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

Concentração de ácidos orgânicos em exsudatos radiculares (umol cm <sup>-1</sup> )							
	Oxálico	Nitrato	Tartárico	Málico	Ascórbico	Cítrico	Succínico
3 <sup>a</sup> Coleta (16/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
'Gx N15'	0,8780 <sup>ns</sup>	0,9271 <sup>ns</sup>	0,0188 <sup>ns</sup>	0,0249 <sup>ns</sup>	0,0009 a	0,0038 <sup>ns</sup>	0,0055 <sup>ns</sup>
'GF 677'	0,8898	0,9396	0,1762	0,0162	0,0007 b	0,0027	0,0049
<b>Tratamento</b>							
Com N	0,8264 <sup>ns</sup>	0,8726 <sup>ns</sup>	0,0153 b	0,0208 <sup>ns</sup>	0,0005 b	0,0041 a	0,0054 <sup>ns</sup>
Sem N	0,9415	0,9941	0,0212 a	0,0203	0,0011 a	0,0024 b	0,0049
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>41,12</b>	<b>41,12</b>	<b>16,29</b>	<b>40,59</b>	<b>13,43</b>	<b>46,52</b>	<b>34,33</b>
4 <sup>a</sup> coleta (18/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
'Gx N15'	1,6209 <sup>ns</sup>	1,7115 <sup>ns</sup>	-	0,0572 <sup>ns</sup>	0,0017 <sup>ns</sup>	0,0337 a	0,0125 <sup>ns</sup>
'GF 677'	1,5404	1,6265	-	0,0508	0,0013	0,0104 b	0,0194
<b>Tratamento</b>							
Com N	1,6262 <sup>ns</sup>	1,7171 <sup>ns</sup>	-	0,0590 a	0,0016 <sup>ns</sup>	0,0165 <sup>ns</sup>	0,0131 <sup>ns</sup>
Sem N	1,5351	1,6209	-	0,0425 b	0,0014	0,0276	0,0188
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>14,79</b>	<b>14,79</b>	-	<b>17,40</b>	<b>28,27</b>	<b>56,96</b>	<b>39,81</b>

<sup>1</sup>Means followed by different letters, lowercase in the column, differ from each other by the Tukey test at 5% of error probability. \* Ns (not significant) at 5% probability of error.

**Table 6:** Concentration of organic acids collected at different dates of root exudates of 'G × N15' and 'GF 677' peach rootstocks with and without nitrogen fertilization obtained by the use of high performance liquid chromatography (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 6:** Concentração de ácidos orgânicos coletados em diferentes datas de exsudatos radiculares de mudas de portaenxertos de pessegueiro 'G × N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada obtidos pelo uso da cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

Concentração de ácidos orgânicos em exsudatos radiculares (umol cm <sup>-1</sup> )							
	Oxálico	Nitrato	Tartárico	Málico	Ascórbico	Cítrico	Succínico
5 <sup>a</sup> Coleta (20/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
'Gx N15'	1,6290 <sup>ns</sup>	1,5428 <sup>ns</sup>	0,0341 <sup>ns</sup>	0,0413 <sup>ns</sup>	0,0019 <sup>ns</sup>	0,0999 a	0,0125 <sup>ns</sup>
'GF 677'	1,4197	1,3445	0,0322	0,0541	0,0017	0,0243 b	0,0106
<b>Tratamento</b>							
Com N	1,5816 <sup>ns</sup>	1,4979 <sup>ns</sup>	0,0324 <sup>ns</sup>	0,0453 <sup>ns</sup>	0,0017 <sup>ns</sup>	0,0340 b	0,0124 <sup>ns</sup>
Sem N	1,4439	1,3675	0,0339	0,0494	0,0018	0,0588 a	0,0104
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>13,73</b>	<b>13,73</b>	<b>31,88</b>	<b>24,32</b>	<b>11,52</b>	<b>46,51</b>	<b>25,07</b>
6 <sup>a</sup> coleta (23/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
'Gx N15'	1,3901 a	1,4678 a	0,0398 <sup>ns</sup>	0,0552 a	0,0015 a	-	0,0096 a
'GF 677'	0,9828 b	1,0377 b	0,0279	0,0258 b	0,0006 b	-	0,0057 b
<b>Tratamento</b>							
Com N	1,2886 <sup>ns</sup>	1,3606 <sup>ns</sup>	0,0341 <sup>ns</sup>	0,0583 a	0,0009 <sup>ns</sup>	-	0,0064 <sup>ns</sup>
Sem N	1,0843	1,1449	0,0336	0,0228 b	0,0012	-	0,0089
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>19,65</b>	<b>19,65</b>	<b>41,33</b>	<b>28,61</b>	<b>43,70</b>	<b>-</b>	<b>43,86</b>

<sup>1</sup>Means followed by different letters, lowercase in the column, differ from each other by the Tukey test at 5% of error probability. \* Ns (not significant) at 5% probability of error.

**Table 7:** Concentration of organic acids collected at different dates of root exudates of 'G × N15' and 'GF 677' peach rootstocks with and without nitrogen fertilization obtained by the use of high performance liquid chromatography (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

**Tabela 7:** Concentração de ácidos orgânicos coletados em diferentes datas de exsudatos radiculares de mudas de portaenxertos de pessegueiro 'G × N15' e 'GF 677' com e sem fertilização nitrogenada, obtidos pelo uso da cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). UNIBO, Cesena, FC, 2017.

Concentração de ácidos orgânicos em exsudatos radiculares (umol cm <sup>-1</sup> )							
	Oxálico	Nitrato	Tartárico	Málico	Ascórbico	Cítrico	Succínico
7 <sup>a</sup> Coleta (25/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
'Gx N15'	1,3211 a	1,3949 a	0,0458 <sup>ns</sup>	0,0427 a	0,0016 a	0,0083 <sup>ns</sup>	-
'GF 677'	0,9951	1,0507 b	0,0405	0,0264 b	0,0009 b	0,0125	-
<b>Tratamento</b>							
Com N	1,0756 <sup>ns</sup>	1,1357 <sup>ns</sup>	0,0370 <sup>ns</sup>	0,0344 <sup>ns</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>	0,0096 <sup>ns</sup>	-
Sem N	1,2406	1,3909	0,0493	0,0347	0,0014	0,0106	-
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>14,62</b>	<b>14,62</b>	<b>45,89</b>	<b>28,34</b>	<b>30,58</b>	<b>54,97</b>	-
8 <sup>a</sup> coleta (27/03/15)							
<b>Genótipo</b>							
'Gx N15'	1,1356 <sup>ns</sup>	1,1991 <sup>ns</sup>	0,0351 a	0,0412 <sup>ns</sup>	-	-	-
'GF 677'	1,3360	1,4107	0,0143 b	0,0378	-	-	-
<b>Tratamento</b>							
Com N	1,3908 <sup>ns</sup>	1,4686 <sup>ns</sup>	0,0149 b	0,0502 a	-	-	-
Sem N	1,0808	1,1413	0,0344 a	0,0304 b	-	-	-
<b>C.V. (%)<sup>1</sup></b>	<b>23,83</b>	<b>23,83</b>	<b>35,40</b>	<b>26,68</b>	-	-	-

<sup>1</sup>Means followed by different letters, lowercase in the column, differ from each other by the Tukey test at 5% of error probability. \* Ns (not significant) at 5% probability of error.