

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**Manejo nutricional e práticas de raleio como estratégias para o aumento da
produtividade e qualidade dos frutos de *Prunus persica***

Caroline Farias Barreto

Pelotas, 2020

CAROLINE FARIAS BARRETO

Manejo nutricional e práticas de raleio como estratégias para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos de *Prunus persica*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes

Coorientadores: Dr. Gilberto Nava

Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Pelotas, 2020

Caroline Farias Barreto

Manejo nutricional e práticas de raleio como estratégias para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos de *Prunus persica*

Data de defesa: 20 de fevereiro de 2020, às 8:30 horas

Banca examinadora:

Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes (Orientador)

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Lavras, Brasil.

Dra. Maria do Carmo Bassols Raseira

Doutora em Plant Science pela University of Arkansas, EUA.

Dra. Debora Leitzke Betemps

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Dr. Carlos Augusto Posser Silveira

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Dedicatória

Aos meus pais Roseli e Carlos;
À minha irmã Mayara e a vó Nilda;
Ao meu noivo Renan;

Por todo amor, carinho, apoio, compreensão, que sempre auxiliam e contribuem de forma decisiva na minha vida e possibilitaram a realização desse sonho.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela vida, pelas conquistas atribuídas, pela coragem concedida e pela fé em que acredito.

Aos meus pais, Roseli Farias e Carlos Martins, pela confiança e ensinamentos. Eles me ensinaram o valor de um sonho e não mediram esforços para que isso acontecesse.

Aos meus avós, Nilda e José Farias (*in memoriam*), que desde criança me acompanharam e permaneceram ao meu lado em todos os momentos.

A minha irmã Mayara que contribuiu para meus momentos de descontração, contribuindo com seu carinho e apoio.

Ao meu noivo Renan Zandoná por toda ajuda incessante, pelo apoio, paciência, compreensão. E por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não existir.

Ao Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes pela orientação, oportunidade profissional e também pelos ensinamentos e confiança concedidas a mim. Aos meus orientadores Gilberto Nava e Paulo Celso de Mello Farias pela orientação, apoio e conhecimentos transmitidos nestes anos de convivência.

Ao Dr. Moreno Toselli por me aceitar na Universidade de Bologna e por todo apoio e ajuda durante meu período na Itália.

A todos os professores da pós-graduação em Agronomia pelos ensinamentos transmitidos. A todos meus colegas de pós-graduação pela amizade e o convívio diariamente, em especial ao Renan Navroski, Jorge Atílio Benati, Letícia Vanni Ferreira e Savana Iribarem Costa.

Ao Grupo de Fruticultura da Universidade Federal de Pelotas pela ajuda e contribuição para a realização desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Doutorado. A todos os que contribuíram e não me esforços para a realização deste trabalho.

Resumo

BARRETO, Caroline Farias. **Manejo nutricional e práticas de raleio como estratégias para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos de *Prunus persica***, 2020. 198f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

Redução de custos e aumento de eficiência são os desafios do setor produtivo para as próximas décadas. Como estratégias para aumentar a produtividade dos pomares e a qualidade dos frutos de pessegueiros na região sul do Brasil, duas práticas podem ser utilizadas para melhorar o rendimento cultural e econômico: o raleio dos frutos e o manejo da nutrição das plantas. Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar novas técnicas de raleio de frutos e o manejo da nutrição de plantas, buscando eficiência produtiva e a manutenção da qualidade de *Prunus persica*. Para tanto os ensaios realizados são apresentados em oito artigos, a seguir descritos. O artigo 1 intitulado “Mechanical flower thinning in peach trees” teve como objetivo avaliar o efeito do raleio mecânico em flores de pessegueiros com distintos equipamentos. Verificou-se que produção dos pessegueiros foi alterada pelo raleio mecânico das flores e os equipamentos Carpa Electro[®] e derriçadeira são eficientes para realizar o raleio mecânico, além de reduzir o tempo de execução desta prática. O artigo 2, “Raleio mecânico como alternativa no cultivo de pessegueiros”, avaliou a eficiência do raleio mecânico com os equipamentos Carpa Electro[®] e derriçadeira em frutos e flores de pessegueiros. Observou-se que os equipamentos testados foram eficientes em realizar o raleio e reduzem o tempo da execução desta operação. O raleio manual de frutos e o raleio mecânico de flores com o equipamento derriçadeira proporcionaram o aumento da produção por planta e o aumento do diâmetro dos frutos. O artigo 3, “Raleio mecânico de frutos e flores em pessegueiros” teve como objetivo testar a eficiência de dois dispositivos mecânicos no raleio de frutos e flores em pessegueiros e a influencia nas características de produção e qualidade dos frutos. Constatou-se que o raleio mecânico associado com o raleio manual nos pessegueiros demonstrou ser uma alternativa viável ao raleio manual de frutos. Ambos os equipamentos testados podem ser utilizados para a realização do raleio em pessegueiros, pois não alteram os índices produtivos e qualidade dos frutos. O artigo 4, “Adubação nitrogenada na produtividade e composição mineral de genótipos de pessegueiros” teve como objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada de manutenção na composição mineral das folhas, no desenvolvimento das plantas e na produção de diferentes genótipos de pessegueiros cultivados em alta densidade de plantio. Não foi possível definir a melhor dose de N, pois até a dose de 180 Kg ha⁻¹ de N foi insuficiente para obter o máximo rendimento. O incremento das doses de N aumenta o teor do N nas folhas e a adubação nitrogenada não altera os teores foliares de potássio, cálcio e magnésio. O artigo 5, “Nitrogen fertilization associated with cold storage and its impacts on the maintenance of peach quality” avaliou o efeito da combinação de doses de

adubação nitrogenada e de diferentes períodos de armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e fitoquímicas de pêssegos na pós-colheita. Os compostos fenólicos e atividade antioxidante decrescem com o incremento de nitrogênio no solo, bem como durante o avanço dos dias de armazenamento. O artigo 6, “Adubação potássica e seu impacto na produção e composição mineral de pessegueiros” teve por objetivo avaliar os parâmetros produtivos de pessegueiros submetidos às distintas doses de adubação potássica e estabelecer o nível crítico deste nutriente no solo e nas folhas. A adubação potássica aumentou os teores de potássio nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade do solo, bem como nas folhas dos pessegueiros. A produtividade dos pessegueiros responde à aplicação de potássio e o nível crítico estabelecido entre a produção e o teor foliar foi de 28,4 g kg⁻¹ de K nas folhas dos pessegueiros. O artigo 7, “Effect of potassium fertilizers associated with cold storage on peach quality” teve como objetivo avaliar o efeito da combinação de doses de adubação com K e diferentes períodos de armazenamento nas características físico-químicas e fitoquímicas de pêssegos. As doses de 40 e 160 kg ha⁻¹ K₂O proporcionaram altos teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante, mas a dose de 160 kg ha⁻¹ K₂O reduz a perda de massa após 20 + 1 dias de armazenamento. A firmeza da polpa, compostos fenólicos, atividade antioxidante e carotenóides dos pêssegos decrescem durante o armazenamento a frio. O artigo 8, “Fertilização orgânica e carga de frutos na composição mineral, produção e qualidade de nectarinas na Itália” teve como objetivo avaliar a eficiência de adubos orgânicos em duas cultivares de nectarinas com carga alta e baixa de frutos, para verificar seu efeito no solo, no estado nutricional das plantas e nos índices produtivos. O esterco bovino e o composto alteram as concentrações de amônio e nitrato no solo. A adubação orgânica não influenciou a produção por planta, número de frutos por planta, massa dos frutos e sólidos solúveis nas duas cultivares. Os resultados obtidos neste trabalho configura uma oportunidade de consolidar novas práticas de raleio e de manejo nutricional das plantas, como uma resposta tecnológica para atender a cadeia produtiva de *Prunus persica*.

Palavras chave: adubação, nitrogênio, potássio, físico-químicas, conservação.

Abstract

BARRETO, Caroline Farias. **Nutrient management and thinning practices as strategies to increase productivity and quality of *Prunus persica* fruits.** 2020. 198p. Thesis (Doctorate) – Graduate Program in Agronomy. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brazil. 2020.

Costs reduction and high efficiency are challenges that the production sector will have to face in the next decades. Strategies aiming to increase peach productivity and fruit quality in southern Brazil, may include two cultural practices: fruit thinning and nutrient management of plants. Therefore, this study aimed at evaluating new fruit thinning techniques and the management of plant nutrition in the search for production efficiency and maintenance of *Prunus persica* quality. Assays were reported in the following eight papers. Article 1, whose title is “Mechanical flower thinning in peach trees”, aimed at evaluating effects of mechanical thinning on flowers in peach trees by different equipment. Results showed that peach production was affected by mechanical flower thinning and that pruning shears (Carpa Electro[®]) and trimmers are efficient not only to carry out mechanical thinning but also for reducing the time needed for this task. Article 2, which is entitled “Mechanical thinning as an alternative in peach tree cultivation”, evaluated the efficiency of mechanical thinning carried out by pruning shears (Carpa Electro[®]) and trimmers in fruits and flowers of peach trees. Both apparatus were found to be efficient to carry out thinning and to decrease operational time. Manual fruit thinning and mechanical flower thinning by a trimmer led to increase in both productions per plant and fruit diameter. Article 3 – Mechanical fruit and flower thinning in peach trees – aimed at testing the efficiency of two mechanical apparatus in fruit and flower thinning in peach trees and their influence on production characteristics and fruit quality. Results showed that mechanical thinning associated with manual thinning in peach trees is a viable alternative to replace manual fruit thinning. Both apparatus under investigation may be used for carrying out thinning in peach trees, since they affect neither production rates nor fruit quality. Article 4, entitled “Nitrogen fertilization on productivity and mineral composition of peach tree genotypes”, aimed at evaluating effects of nitrogen maintenance fertilization on mineral composition of leaves, plant development and production of different genotypes of peach trees grown at high densities. The best N dose could not be determined, since doses up to 180 Kg ha⁻¹ were not enough to reach maximum yield. Increase in N doses also increases N content on leaves, but nitrogen fertilization does not affect leaf contents of potassium, calcium and magnesium. Article 5 – “Nitrogen fertilization associated with cold storage and its impacts on the maintenance of peach quality” – evaluated the effects of the association between doses of nitrogen fertilization and different cold storage periods on physicochemical and phytochemical characteristics of peaches in the post-harvest period. The more N in the soil and the longer the storage period, the more phenolic compounds and antioxidant activity decrease. Article 6, whose title is

Potassium fertilization and its impact on production and mineral composition of peach trees”, aimed at evaluating production parameters of peach trees submitted to different doses of potassium fertilization and at establishing its critical level in soil and on leaves. Potassium fertilization increased potassium contents on two layers of soil depth (0-10 and 10-20 cm deep) and on peach tree leaves. Peach tree productivity was affected by potassium application and the critical level established between production and K content was 28.4 g kg^{-1} on peach tree leaves. Article 7, entitled “Effect of potassium fertilizers associated with cold storage on peach quality”, aimed at evaluating effects of the association between doses of K fertilization and different cold storage periods on physicochemical and phytochemical characteristics of peaches. Doses of 40 and $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ led to high contents of phenolic compounds and antioxidant activity, while $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ decreased mass loss after 20 + 1 storage days. Pulp firmness, phenolic compounds, antioxidant activity and carotenoids of peaches decreased throughout cold storage. Article 8, whose title is “Organic fertilization and fruit load on mineral composition, production and quality of nectarines in Italy”, it aimed at evaluating efficiency of organic fertilizers in two nectarine cultivars with high and low fruit loads in order to analyze their effect on soil, plant nutritional status and production rates. Cattle manure and its compost affected ammonium and nitrate concentrations in the soil. Organic fertilization did not influence production per plant, number of fruits per plant, fruit mass and soluble solids in any cultivar. Results of this study represent an opportunity to consolidate new thinning practices and nutrient management of plants as a technological response to help the production chain of *Prunus persica*.

Keywords: fertilization, nitrogen, potassium, physico chemical, conservation.

Lista de figuras

Artigo 1

- Figura 1** Average temperature and precipitation of 2016 and 2017 in the municipality of Pelotas of the Embrapa Temperate Climate experimental station, RS, Brazil 61
- Figura 2** Fruits Class by diameter <55mm, 55mm to <60mm, 60mm to <65mm and > 65mm of peach genotypes in the city of Pelotas in 2016 (A) and 2017 (B), Rio Grande do Sul, Brazil..... 65
- Figura 3** Fruits Class by diameter <55mm, 55mm to <60mm, 60mm to <65mm and > 65mm of peach genotypes submitted to mechanical flower thinning with different equipment and manual fruit thinning in the city of Pelotas in 2016 (A) and 2017 (B), Rio Grande do Sul, Brazil..... 66

Artigo 2

- Figura 1** Temperatura média e precipitação do ano de 2016 no município de Pelotas da Estação experimental da Embrapa Clima Temperado, RS, Brasil..... 72
- Figura 2** Raleio mecânico manual nos pessegueiros efetuado por meio do dispositivo derriçadeira (A) e Carpa Electro® (B)..... 74

Artigo 3

- Figura 1** Temperatura e precipitação média mensal no ano de 2017 para o município de Pelotas, RS, Brasil..... 88

Figura 2	Equipamentos Carpa Electro® (A) e “derrigadeira” (B) usados no raleio mecânico de flores e frutos de pessegueiros.....	89
-----------------	--	----

Artigo 4

Figura 1	Temperatura média (A) e precipitação mensal (B) dos anos de 2016, 2017 e 2018 para Pelotas, RS. Estação experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS.....	108
-----------------	---	-----

Figura 2	Diâmetro do tronco (A), massa da poda verde (B) e massa da poda de inverno (C) de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	109
-----------------	---	-----

Artigo 5

Figura 1	Total phenolic compounds of peach fruits ‘Cascata 1067’ submitted with different doses of nitrogen fertilization.....	124
-----------------	---	-----

Figura 2	Antioxidant activity of ‘Cascata 1067’ peach fruits submitted to different doses of nitrogen fertilization.....	125
-----------------	---	-----

Artigo 6

Figura 1	Precipitação mensal e temperatura média dos anos de 2016, 2017 e 2018 para Pelotas, RS. Estação experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS.....	144
-----------------	---	-----

Figura 2	Relação entre o rendimento relativo de pessegueiros ‘Sensação’ e o teor de K foliar durante os anos de 2016, 2017 e 2018.....	148
-----------------	---	-----

Figura 3	Relação entre o rendimento relativo de pessegueiros ‘Sensação’ e o teor de K disponível na camada de solo 0-10 cm (A) e de 10 a 20 cm (B) durante os anos de 2016, 2017 e 2018.	149
-----------------	--	-----

Artigo 7

Figura 1	Pulp color and epidermis firmness in fruits yielded by 'Sensação' peach trees submitted to different doses of K and storage periods.....	169
-----------------	--	-----

Artigo 8

Figura 1	Diâmetro dos frutos da cultivar Carene (A) e Big Top (B) de acordo com a carga de frutos nas plantas. ns = não significativo. * significativo a 5% ($P \leq 0.05$).....	191
Figura 2	Diâmetro dos frutos da cultivar Carene (A) e Big Top (B) de acordo com a adubação orgânica. ns = não significativo.....	192

Lista de tabelas

Artigo 1

- Tabela 1** Interaction among thinning methods and peach genotypes on a % of thinning, average yield per plant and estimated yield per hectare in 2016, in the municipality of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil..... 62
- Tabela 2** Percentage of flower thinning, average yield per plant and estimated yield per hectare in 2017, in the municipality of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil 63
- Tabela 3** Number of fruits and average fruit mass of three peach genotypes submitted to different thinning methods in 2016 and 2017, in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil 64

Artigo 2

- Tabela 1** Porcentagem de raleio, frutificação efetiva e tempo de realização do raleio em pessegueiros 'Maciel' submetidos a diferentes métodos de raleio 76
- Tabela 2** Produção por planta, número médio de frutos por planta e massa média por frutos de pessegueiros 'Maciel' submetidos a diferentes métodos de raleio..... 78
- Tabela 3** Distribuição percentual da produção por classe de diâmetro dos frutos de pessegueiros 'Maciel' submetidos a diferentes métodos de raleio 79

Artigo 3

Tabela 1	Porcentagem de queda de flores e frutos, tempo de raleio, tempo de repasse manual, tempo total gasto com raleio de pessegueiros 'Maciel' raleados manualmente e mecanicamente.	91
Tabela 2	Produção por planta, número de frutos, massa dos frutos, diâmetro dos frutos de pessegueiros 'Maciel' raleados manualmente e mecanicamente	92
Tabela 3	Coloração da epiderme (CE), sólidos solúveis (SS), firmeza de polpa (FP), acidez titulável (AT), fenóis totais (FE) e atividade antioxidante (AA) de pessegueiros 'Maciel' raleados manualmente e mecanicamente.....	93

Artigo 4

Tabela 1	Número de frutos de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016 e 2018.....	110
Tabela 2	Número de frutos por planta de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada no ano de 2017	111
Tabela 3	Massa dos frutos de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	112
Tabela 4	Produção por planta e produtividade de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada no ano de 2016.....	113
Tabela 5	Produção por planta de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2017 e 2018.....	114

Tabela 6	Produtividade de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2017 e 2018.....	115
Tabela 7	Teores foliar de nitrogênio e fósforo de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	116
Tabela 8	Teores foliar de potássio, cálcio e magnésio de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	117

Artigo 5

Tabela 1	Mean temperature and precipitation at the Embrapa Clima Temperado, in Pelotas, RS, Brazil, in 2017.....	120
Tabela 2	Luminosity of epidermis, firmness of pulp (Newtons) and titratable acidity (g of citric acid per 100mL juice) of peach fruits 'Cascata 1067' submitted to different doses of nitrogen and storage.....	122
Tabela 3	Loss of mass (%), color of the epidermis (° Hue) and soluble solids (° Brix) of peach fruits 'Cascata 1067' submitted to different doses of nitrogen and storage periods	123
Tabela 4	Total phenolic compounds and antioxidant activity of 'Cascata 1067' peach fruits in different storage period.....	125

Artigo 6

Tabela 1	Teor de potássio disponível no solo na camada de 0-10 cm, 10-20 cm e 0-20 cm e teor foliar em pessegueiros submetidos à adubação com diferentes doses de potássio no município de Morro Redondo, RS, no ano de 2016, 2017 e 2018.....	145
-----------------	---	-----

Tabela 2	Produtividade, número de frutos, massa e diâmetro médio dos frutos de pessegueiros submetidos a adubação potássica com diferentes doses de potássio no município de Morro Redondo, RS, no ano de 2016, 2017 e 2018.	146
-----------------	--	-----

Tabela 3	Teores foliares de nitrogênio (N), fosforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em pessegueiro em resposta à aplicação de diferente doses de K no solo em 2016 e 2017.....	147
-----------------	---	-----

Artigo 7

Tabela 1	Mass loss in fruits yielded by 'Sensação' peach trees submitted to different doses of K and storage periods.....	166
-----------------	--	-----

Tabela 2	Titrateable acidity and pH in fruits yielded by 'Sensação' peach trees submitted to different doses of K and storage periods.....	167
-----------------	---	-----

Tabela 3	Phenolic compounds and antioxidant activity in pulp of fruits yielded by 'Sensação' peach trees submitted to different doses of K and storage periods.....	168
-----------------	--	-----

Tabela 4	Pulp firmness, soluble solids and total carotenoids in fruits yielded by 'Sensação' peach trees submitted to different doses of K and storage periods.....	170
-----------------	--	-----

Artigo 8

Tabela 1	Efeito da adubação orgânica na concentração de nitrato (mg kg^{-1} ss) no solo da cultivar Carene e Big Top.....	185
-----------------	--	-----

Tabela 2	Efeito da adubação orgânica na concentração de amônio (mg kg^{-1} ss) no solo da cultivar Carene e Big Top	186
-----------------	--	-----

Tabela 3	Efeito da adubação orgânica na concentração de macro e micro nutrientes nas folhas da cultivar Carene.....	187
Tabela 4	Efeito da adubação orgânica na concentração de macro e micro nutrientes nas folhas da cultivar Big Top.....	188
Tabela 5	Produção, número de frutos, massa dos frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis de nectarinas da cultivar Carene adubadas com diferentes compostos orgânicos.....	189
Tabela 6	Produção, número de frutos, massa dos frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis de nectarinas da cultivar Big Top adubadas com diferentes compostos orgânicos.....	190

Sumário

1 Introdução	19
2 Projeto De Pesquisa	22
2.1 Título	22
2.2 Introdução e Justificativas	22
2.3 Revisão Bibliográfica	24
2.3.1 Importância socioeconômica da cultura do pessegueiro	24
2.3.2 Nutrientes minerais	25
2.3.3 Adubação em pessegueiros	26
2.3.4 Raleio em pessegueiro.....	27
2.4.5 Conservação e qualidade de pêssegos.....	29
2.5 Hipótese.....	30
2.6 Objetivo.....	30
2.6.1 Objetivo Geral	30
2.7 Objetivos Específicos	30
2.8 Metas a serem atingidas	31
2.9 Material E Métodos	31
2.9.1 Experimento 1	31
2.9.1 Variáveis a serem analisadas.....	32
2.9.2 Experimento 2	33
2.9.1 Variáveis a serem analisadas.....	34
2.10 Experimento 3.....	35
2.10.1 Variáveis a serem analisadas.....	36

2.11 Experimento 4	37
2.11.1 Variáveis a serem analisadas.....	37
2.12 Experimento 5	38
2.12.1 Variáveis a serem analisadas.....	38
2.13 Experimento 6	39
2.13.1 Variáveis a serem analisadas.....	39
2.14 Estatística dos experimentos.....	39
2.15 Cronograma de atividades	40
2.16 Recursos necessários	41
2.17 Referências	42
3 Relatório do trabalho de campo	49
4 Artigos.....	51
4.1 Artigo 1	51
4.2 Artigo 2	67
4.3 Artigo 3	85
4.4 Artigo 4	96
4.5 Artigo 5	118
4.6 Artigo 6	131
4.7 Artigo 7	150
4.8 Artigo 8	171
5 Considerações Finais.....	193
6 Referências.....	196

1 Introdução

O pêssego, a nectarina e a ameixa são espécies frutíferas da família Prunoideae, gênero *Prunus* e conhecidas popularmente como “frutas de caroço”. Entre essas frutas apenas o pessegueiro, a nectarina e a ameixeira japonesa apresentam importância econômica no Brasil (MAYER et al., 2019). Embora o País seja praticamente autossuficiente na produção de uvas e maçãs (MARODIN et al., 2014), a produção brasileira de pêssegos, nectarinas e ameixas não são suficientes para atender a demanda interna, o que demonstra um potencial de expansão dessas culturas.

No caso do pêssego, a produção brasileira em 2018 foi de aproximadamente 220 mil toneladas, cultivados em uma área de 17 mil hectares (IBGE, 2019). No entanto, entre 2006 e 2016 a produção e a área colhida de pêssegos no Brasil diminuíram em 3,93% e 23,02%, respectivamente (FAOSTAT, 2019). Vários fatores podem estar relacionados a esta situação, desde o avanço de outras culturas, os manejos dos pomares, problemas fitossanitários e a valorização do fruto, além da dificuldade de mão de obra qualificada para executar as atividades nos pomares.

No Brasil, a produção de pêssegos concentra-se principalmente nas regiões sul e sudeste, com destaque para o Rio Grande do Sul (RS). Este Estado é responsável pela produção de 146 mil toneladas de pêssegos, no entanto, a produtividade média é considerada baixa quando comparada a outras regiões produtoras de pêssegos (IBGE, 2019). Essa baixa produtividade no RS pode estar relacionado com as práticas de poda, raleio dos frutos (MARTINS et al., 2013; FARIAS et al., 2019a) e o manejo nutricional das plantas (FERREIRA et al., 2018).

Como estratégias para aumentar a rentabilidade, a produtividade dos pomares e a qualidade dos frutos de pessegueiros na região sul do Brasil, duas práticas podem ser estudadas para aprimorar o manejo da cultura: o raleio dos frutos e a nutrição das plantas. A prática de raleio é essencial para se obter elevadas produções e qualidade dos frutos, em pessegueiros é realizada principalmente de forma manual entre 40 e 50 dias após a plena floração, tendo que ser executada em

curto período, exige alta demanda de mão de obra e resulta em elevado custo de produção (SIMÕES et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2017; FARIAS et al., 2019a).

A escassez de mão de obra no campo e o alto custo gerado pela prática do raleio, motivam a realização de novos estudos e pesquisas com o objetivo de substituir ou reduzir o raleio manual dos frutos por equipamentos mecânicos (MARTIN-GORRIZ et al., 2011; MILLER et al., 2011; SIMÕES et al., 2013; BARRETO et al., 2019) e substâncias químicas (BARRETO et al., 2018; FARIAS et al., 2019a).

O raleio mecânico tem como vantagem realizar está prática em menor tempo em comparação ao raleio manual dos frutos (MARTIN et al., 2010; MARTIN-GORRIZ et al., 2011; MILLER et al., 2011). Este tipo de raleio vem sendo adotado em vários países como Espanha, Portugal, Canadá e Estados Unidos (MILLER et al., 2011; MARTIN-GORRIZ et al., 2011; SIMÕES et al., 2013; SAUERTEIG e CLINE, 2013). No entanto, no Brasil as informações ainda são escassas, necessitando estudos para desenvolver e aprimorar essa tecnologia para que possa ser difundida e adotada aos pomares.

Outra prática que interfere nos índices produtivos dos pessegueiros e na qualidade dos frutos é a nutrição das plantas. O nitrogênio (N) e o potássio (K) são os elementos minerais que as frutíferas de caroço mais necessitam (ROMBOLÀ et al., 2012). O N pode estimular o crescimento vegetativo e produtivo das plantas (DELLA BRUNA e BACK, 2014; FERREIRA et al., 2018) e nos frutos pode atrasar a maturação (CRISOSTO e COSTA, 2008; RUFAT et al., 2011). O K é o macronutriente mais exportado através dos frutos, além de proporcionar bom tamanho dos frutos e intensa coloração da epiderme (ROMBOLÁ et al., 2012).

No cultivo de frutíferas deve-se realizar o acompanhamento da fertilidade dos pomares principalmente pela análise foliar e de solo, aliada a diagnose visual. No entanto, muitas vezes, a adubação realizada pelos produtores ocorre de forma empírica ou por especulação. Deste modo, o produtor pode estar realizando a adubação dos pomares de forma inadequada, estar aplicando adubo onde os teores dos nutrientes já estão altos ou não realizar a aplicação onde existe a necessidade.

A recomendação da quantidade de adubação nitrogenada e potássica para pessegueiros são baseadas no teor de nutriente na folha e na produtividade esperada de acordo com o manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS – RS/SC, 2016). As recomendações atuais

de adubação para a cultura do pessegueiro não consideram o aumento da densidade de plantio (FERREIRA et al., 2018) e o uso de novas cultivares. Evidenciando a necessidade de ajustar as quantidades adequadas de N e K a ser aplicado nos pomares de pessegueiros na região sul do Brasil de acordo com o tipo de solo, genótipo, densidade de plantio e idade das plantas.

A adubação mineral é a forma mais utilizada no cultivo de frutíferas de caroço, porém o alto custo envolvido e a busca por alimentos mais saudáveis fazem com que novas fontes sejam estudadas, como o caso da adubação orgânica. Os adubos orgânicos tem se destacado pelo seu elevado teor de matéria orgânica, presença de nutrientes essenciais às plantas (TOSELLI et al., 2019), liberação mais lenta dos nutrientes, baixo percentual de perdas e melhoria da fertilidade do solo (SCIUBBA et al., 2015).

O uso de compostos orgânico nos cultivos de *Prunus persica* na Itália tem sido amplamente estudado (BALDI et al., 2016; SORRENTI e TOSELLI, 2016; TOSELLI et al., 2019). A aplicação regular de compostos orgânicos ao longo dos anos nos pomares pode reduzir o uso de N mineral e diminuir a lixiviação de N no solo (TOSELLI et al., 2019). Com a necessidade de conciliar questões econômicas e ecológicas, além da busca por maiores produtividades, evidência a importância de que estudos com compostos orgânicos no cultivo de *Prunus* devem ser aprimorados no Brasil.

Os manejos realizados nos pomares também estão relacionados com a qualidade e conservação dos frutos. A prática de raleio e o manejo da adubação, por sua vez, podem interferir nas características físico-químicas, compostos bioativos e no período de conservação dos pêssegos (ROMBOLÁ et al., 2012; FERREIRA et al., 2016; BARRETO et al. 2017; FARIAS et al., 2019b). Com o intuito de prolongar o período de comercialização dos frutos, uma alternativa que pode ser utilizada é aliar os manejos adotados nos pomares com a refrigeração dos frutos.

Deste modo, para elevar os índices produtivos e a qualidade dos frutos é necessária à execução do raleio na época e intensidade adequada, bem como a realizar a adubação equilibrada dos pomares para obter adequada relação entre o crescimento vegetativo e produtivo. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar novas técnicas de raleio de frutos e o manejo da nutrição de plantas, buscando eficiência produtiva e a manutenção da qualidade de *Prunus persica*.

2 Projeto de pesquisa

2.1 Título

Manejo nutricional e práticas de raleio como estratégias para o aumento do desempenho produtivo de genótipos de pessegueiros

2.2 Introdução e Justificativas

O pessegueiro (*Prunus persica* L.) é uma das principais frutíferas cultivadas em regiões de clima temperado e subtropical do mundo, sendo seus frutos apreciados para o consumo *in natura* e industrializados. No Brasil para fins comerciais a produção de pêssegos concentra-se no estado do Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. No RS, os frutos de caroço possuem importância econômica, social e tradição de cultivo (FACHINELLO et al., 2011).

A produção no Estado do RS concentra-se na região da Serra do Nordeste, região metropolitana de Porto Alegre e na região Sul. O estado do RS é responsável por 60,65% da produção nacional, mas a produtividade média do RS é baixa (9,77 t.ha⁻¹), quando comparada com a média nacional (11,59 t.ha⁻¹) (IBGE, 2016). Existe a necessidade de elevar a produtividade dos pomares, sendo que a baixa produtividade está diretamente relacionada a fatores como localização imprópria dos pomares, adubação desequilibrada, escolha equivocada de cultivares, (BORGES et al., 2012) e intensidade de poda (GONÇALVES et al., 2014).

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma nutrição balanceada das plantas (OLIVEIRA & CALDAS, 2004). Os nutrientes são essenciais para o crescimento vegetal, desenvolvimento, frutificação e estão envolvidos em praticamente todas as funções metabólicas e celulares (KERBAUY, 2012; TAIZ & ZAIGER, 2013). Na cultura do pessegueiro dentre os nutrientes mais importantes estão o nitrogênio, o fósforo e o potássio.

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004) recomenda através de um manual as doses de nitrogênio, o fósforo e o potássio que devem ser aplicadas para a cultura do pessegueiro. No entanto, as recomendações de adubação do manual foram geradas há três décadas, com cultivares destinada principalmente para a produção da indústria e o espaçamento de plantas é inferior ao utilizado atualmente, devido aos plantios estarem sendo mais adensados.

Existe a necessidade de se ajustar quantidades de nutrientes necessários para a obtenção de elevadas produtividades e de frutos com qualidade, mas deve-se considerar que o excesso de adubos pode provocar danos ao ambiente. Portanto, o uso de adubos deve ser de forma racional e ser utilizado a fim de aumentar a relação benefício/custo. Para alcançar essa relação, não é interessante atingir a produtividade máxima da cultura, mas a produtividade máxima econômica que visa à redução dos custos com adubos e o aumento da produtividade.

Além das necessidades nutricionais, outros desafios são impostos no cultivo de pessegueiro, como a redução da mão de obra nos pomares. Dentre as várias técnicas que os pomares exigem, o raleio é a prática que demanda maior mão de obra. Esta prática pode ser definida como a retirada do excesso de flores ou frutos de uma planta, com objetivo de melhorar a qualidade, aumentar o valor comercial e reduzir a alternância de produção (COSTA E VIZZOTTO, 2000), pois é necessário reduzir a frutificação efetiva, principalmente nos anos em que as condições climáticas favorecem a excessiva indução floral. No entanto, ainda que o raleio seja uma técnica que proporcione diversos benefícios, trata-se de uma operação onerosa. No pessegueiro, o raleio é realizado manualmente (SIMÕES et al., 2013), exigindo minúcia na execução, elevada demanda de tempo e assim, encarece os custos de produção (MCARTNEY et al., 2012).

O alcance de um novo patamar de produção, economicamente viável, envolve alternativas ao raleio manual, dentre elas o raleio mecânico. O raleio mecânico é uma opção para reduzir o número de frutos em plantas de pessegueiro, com redução de mão de obra. No raleio mecânico de flores, o objetivo é eliminar cerca de 50% das flores presentes e reduzir a quantidade de frutos que irão se desenvolver na planta (QUEIRÓZ, 2016). O raleio de flores pode proporcionar maior distribuição de reservas para a divisão celular durante a fase de crescimento, resultando em maiores produções e em maior calibre de frutos (BYERS et al., 2003).

As práticas utilizadas durante o ciclo do pessegueiro podem alterar a conservação dos frutos. Dentre as práticas destaca-se a adubação, raleio, controle fitossanitário e estágio de maturação que são fatores determinantes para a produção de frutos de qualidade. O pêssego é um fruto que amadurece e se deteriora rapidamente à temperatura ambiente, sendo necessário o armazenamento em frio. Este período sob refrigeração varia entre duas a oito semanas (SEIBERT et al., 2010). Todavia, de modo geral, a partir do 15º ao 20º dia de armazenamento, quando os pêssegos são retirados das câmaras frias e mantidos em temperatura ambiente, ocorre elevada incidência de podridões, lanosidade, escurecimento da polpa, perda de massa e amolecimento (SANTANA et al., 2011; PINTO et al., 2012).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho será avaliar diferentes estratégias de nutrição mineral e de raleio para melhorar a eficiência produtiva de pessegueiros.

2.3 Revisão bibliográfica

2.3.1 Importância socioeconômica da cultura do pessegueiro

O Brasil ocupa a décima terceira posição no ranking mundial de produção e a vigésima terceira de produtividade de pêssego, com 11,16 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2016). No Brasil, o pessegueiro é encontrado em vários estados, concentrando-se comercialmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná (RASEIRA et al., 2014).

Os produtores de base familiar representam mais de 90% da produção de pêssegos no Brasil e a venda dos pêssegos é o principal componente no orçamento da propriedade (MADAIL & RASEIRA, 2008). O setor da fruticultura com o seu crescimento nas últimas décadas destaca-se como um dos mais importantes segmentos da agricultura do país, estando entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional (BUAINAIN & BATALHA, 2007; RASEIRA et al., 2014). Cada hectare de pessegueiro utiliza pelo menos uma pessoa durante todo o ciclo produtivo (MADAIL & RASEIRA, 2008).

A produção brasileira de pêssegos concentra-se no Sul, onde o fruto é destinado principalmente ao processamento industrial. No Sul do Brasil, a produção é de aproximadamente 159 mil toneladas de pêssego em 15 mil hectares (IBGE, 2016). O Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de pêssegos do Brasil, sendo

responsável por 65% da produção total em 2009 (FACHINELLO et al., 2011). A produção de pêssego no RS é aproximadamente 127 mil toneladas em 13 mil hectares (IBGE, 2016).

O Estado do RS encontra-se dividido em três principais pólos de produção de pêssego. O primeiro pólo localiza-se na região Metropolitana de Porto Alegre, o segundo pólo está localizado na Serra Gaúcha, nesta região, se concentra grande parte da produção de pêssegos para mesa (MADAIL & RASEIRA, 2008). E o terceiro pólo localiza-se na “Metade Sul” e concentra mais de 90% da produção destinada ao processamento industrial, com destaque para a produção na forma de conserva (TREVISAN et al., 2008).

2.3.2 Nutrientes minerais

A produtividade do pomar e a qualidade de frutos estão diretamente ligadas à nutrição das plantas. O melhor método de diagnose e recomendação de adubação deve levar em consideração o uso de insumos somente quando houver uma resposta economicamente viável (FREIRE & MAGNANI, 2014). O desequilíbrio mineral no solo/planta/fruto pode afetar a suscetibilidade à ocorrência de distúrbios fisiológicos (SOUZA et al., 2012).

As plantas armazenam nutrientes minerais nos diferentes órgãos, tais como: raízes, caule, folhas e frutos (TAIZ & ZAIGER, 2013). Estes órgãos têm uma influência sobre a absorção e a translocação dos nutrientes minerais nas plantas, desempenhando papel essencial em processos fisiológicos como o crescimento e o desenvolvimento (WANG et al., 2006; FLOWERS & COLMER, 2008; KERBAUY, 2012). Os nutrientes são essenciais para o crescimento vegetal e estão envolvidos em praticamente todas as funções metabólicas e celulares (KERBAUY, 2012; TAIZ & ZAIGER, 2013), como metabolismo energético primário e secundário, proteção celular e percepção hormonal (HANSCH & MENDEL, 2009).

O Nitrogênio (N) é o elemento mineral que as plantas necessitam em maior quantidade, pois serve de constituinte de muitos componentes das células vegetais, como aminoácidos e ácidos nucléicos (TAIZ & ZEIGER, 2013). O nitrogênio participa de vários processos fisiológicos, indispensáveis para o ciclo vital das plantas, como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (KERBAUY, 2012; TAIZ & ZAIGER, 2013). Ao ser absorvido pelas raízes este

nutriente é transportado via corrente transpiratória para a parte aérea dos vegetais, através dos vasos condutores do xilema e posteriormente, o elemento é redistribuído via floema, já na forma de aminoácidos (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

O potássio (K) participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos, a fotossíntese e a respiração (COELHO et al., 2005). O potássio é responsável pela potencialização à resposta ao nitrogênio e o aumento das dose deste nutriente requer aumento também na quantidade de N a ser aplicada (DOLINSKI et al., 2007). O potássio, quando fornecido nas quantidades adequadas, proporciona frutos de maior tamanho, equilíbrio nos teores de açúcares e ácidos e melhor potencial de armazenamento (CUQUEL et al., 2006).

Para os vegetais o fósforo (P) é um macronutriente essencial importante para os metabólitos relacionados com a aquisição, estocagem e utilização de energia e compõem ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas e fosfoproteínas (EPSTEIN & BLOMM, 2004). O P quando aplicado na quantidade adequada, estimula a germinação, o desenvolvimento das raízes e melhora a produção das plantas (KNAPIK, 2005).

2.3.3 Adubação em pessegueiros

Na cultura do pessegueiro dentre os nutrientes mais importantes estão o nitrogênio, o fósforo e o potássio. Atualmente, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004) indica as doses de N, P e K para a cultura do pessegueiro. A dose de nitrogênio é recomendada de acordo com o seu teor total na folha, no crescimento dos ramos do ano e na produtividade esperada, sendo que a aplicação do nutriente deverá ser parcelada durante a plena floração, após o raleio e após a colheita (CQFS RS/SC, 2004). A adubação potássica para a cultura do pessegueiro é indicada de acordo com o seu teor total na folha e produtividade esperada, sendo recomendada uma única aplicação no estágio de brotação (CQFS RS/SC, 2004).

A quantidade de adubação para frutíferas perenes depende de elementos específicos para um crescimento ótimo, produção e qualidade de frutos. Necessita ser determinada para cada espécie frutífera e cultivar (EL-JENDOUBI et al., 2013),

especialmente quando se utiliza altas densidades de plantio (KRIGE & STASSEN 2008; KANGUEEHI et al., 2011).

O nitrogênio é o nutriente considerado de maior influência na produtividade do pessegueiro (ROMBOLÁ et al., 2000), pois pode afetar diretamente o crescimento dos ramos (CAMPOS et al., 1996), vigor da planta (BRUNA & BACK, 2014), o número de gemas floríferas e vegetativas (MATTOS et al., 1991), propiciar maior período de manutenção das folhas e aumentar o período de acumulação de reservas para o ciclo posterior (SERRAT et al., 2004), além de aumentar o teor do nutriente nas folhas e nos frutos (BRUNETTO et al., 2007).

O nitrogênio também pode influenciar no calibre e no número de frutos (MATTOS et al., 1991; DOLINSKI et al., 2005), na produtividade (DOLINSKI et al., 2005; BRUNA & BACK, 2014), na coloração da casca (REEVES & CUMMINGS, 1970), na firmeza da polpa e no teor de sólidos solúveis (CAMPOS et al., 1996).

Na deficiência de potássio, as plantas se tornam suscetíveis às doenças, reduzindo a produção e a qualidade dos frutos (SERRAT et al., 2004). De acordo com estudos o uso de cloreto de potássio aliado a poda verde pode proporcionar frutos com coloração vermelha intensa e maior massa média e diâmetro foram obtidos com o uso de cloreto de potássio e poda verde (TREVISAN et al., 2006). Menores doses de potássio determinaram maior firmeza de polpa em pêssegos 'Maciel', enquanto as maiores doses proporcionaram o amolecimento (TREVISAN et al., 2006).

2.3.4 Raleio em pessegueiro

A maioria dos pessegueiros produz milhares de flores e, quando as condições são favoráveis, pode originar milhares de frutos por planta. Se todos esses frutos permanecerem na planta, serão pequenos, com baixo teor de açúcar e seu peso poderá causar a quebra de ramos. A fim de evitar o excesso de carga, a quantidade de frutos por árvore deve ser regulada (PEREIRA & RASEIRA, 2014). O raleio é uma prática importante para melhorar o tamanho e a qualidade dos frutos e estimular a iniciação floral para a safra do ano seguinte.

Segundo Byers et al. (2003), o raleio pode ser definido como a retirada do excesso de flores ou frutos de uma planta, com objetivo de melhorar a qualidade, aumentar o valor comercial e de reduzir a alternância de produção. Mesmo quando

devidamente podadas, a maioria das espécies frutíferas apresentam frutificação superior à capacidade de produção (BYERS & MARINI, 1994), resultando em frutos de tamanho indesejáveis para a comercialização.

Frutíferas de caroço, em geral, apresentam florescimento abundante, produzindo uma quantidade excessiva de frutos a qual as plantas não conseguem suportar. Os pessegueiros apresentam frequentemente uma floração abundante, podendo variar de 20 a 50 flores por ramo (SIMÕES et al., 2013). A frutificação efetiva em pessegueiros é geralmente maior do que o necessário para garantir uma produção de qualidade (PEREIRA & RASEIRA, 2014). Mesmo com a autorregulação pela planta, ocasionando a abscisão natural de frutos pela concorrência por carboidratos e pelo abortamento da semente, a redução do número de frutos não é suficiente para uma produção com qualidade comercial (COSTA et al., 2005).

No pessegueiro, o raleio é realizado manualmente, e ainda que seja uma prática que proporcione diversos benefícios, trata-se de uma operação que exige alta demanda de mão de obra, curto período para realização, resultando em elevado custo na produção (SIMÕES et al., 2013). O raleio é realizado normalmente dos 30 aos 50 dias após a floração, quando ocorrem as primeiras quedas fisiológicas dos frutos (PASCUAL et al., 2010). Quanto mais tarde for realizado o raleio, menor será seu efeito sobre a qualidade dos frutos, pois após o endurecimento do caroço os efeitos são praticamente nulos (PEREIRA et al., 2002).

O custo desta prática no pessegueiro representa um terço do custo total da mão de obra para produção e a prática pode demorar de 100 a 150 h ha⁻¹, dependendo do vigor da planta, idade, tamanho, produção de flores e cultivar (TAHERI et al., 2012). O raleio manual de frutos demora entre 25 a 30 minutos por árvore com um custo de 3,43 e 4,11 euros por planta (MARTÍN E GRACÍA, 2010). Segundo Madail et al. (2002), na região sul do Rio Grande do Sul, a necessidade média de mão de obra para o raleio é de 40 dias homem ha⁻¹, o que representa 21,29% do custo total de mão de obra, sendo até mesmo superior ao custo demandado na colheita.

Uma alternativa para a redução do número de frutos em plantas de pessegueiro, com baixa mão de obra é o raleio mecânico em frutos e flores. A eliminação de flores é uma das práticas mais utilizadas para regular a carga de frutos devendo ser realizada quando as plantas se encontram em plena floração, com o objetivo de eliminar cerca de 50% das flores presentes e reduzir a quantidade

de frutos que irão se desenvolver na planta (QUEIRÓZ, 2016). O raleio de flores assegura que os frutos que se desenvolverem nas plantas recebam mais reservas para uma rápida divisão celular durante a fase de crescimento, resultando em maiores produções e em frutos de maior calibre (BYERS et al., 2003).

O raleio de flores pode ser realizada por vários equipamentos, que podem ser transportados pelo operador ou acoplados ao trator. Os equipamentos transportados pelo próprio operador são geralmente vibradores com fios de borracha que eliminam as flores pelo impacto (DIEZMA & ROSA, 2005), tendo a vantagem de poderem ser operados por trabalhadores experientes que regulam a carga de maneira eficiente, distribuindo-a pela planta e pelos ramos (QUEIRÓZ, 2016). Os equipamentos acoplados em tratores eliminam flores em toda a planta, esse método vem sendo testados por Johnson et al. (2010), Pascual et al. (2010) e Simões et al. (2013). Porém, a quantidade de flores retirada depende da velocidade de avanço do equipamento e do trator (QUEIRÓZ, 2016).

O raleio de flores ao ser realizado mecanicamente aumenta a capacidade de trabalho dos operadores em cerca de 15 vezes em relação ao raleio manual de frutos (MARTIZ-GORRIZ et al., 2010), tornando-se uma alternativa de menor custo aos produtores. O raleio de flores pode aumentar o tamanho dos frutos no momento da colheita de 10 a 30% em relação ao raleio dos frutos realizada aos 40-50 dias após a plena floração (DAPF) (REIGHARD & BYERS, 2009). No entanto, uma desvantagem associada a esta prática é o risco de eliminar mais flores do que seria necessário e posteriormente a ocorrência de condições climáticas adversas durante o processo de polinização, o que pode comprometer a produção esperada (QUEIRÓZ, 2016).

2.4.5 Conservação e qualidade de pêssegos

A produção e o comércio de frutos de caroço têm aumentado, mas o consumo permanece baixo, sendo a falta de sabor dos frutos uma das causas que mais contribui para esta situação (CRISOSTO & GARNER, 2008). Manejos culturais corretos e o adequado armazenamento dos frutos são importantes para conseguir fornecer ao consumidor produtos de alta qualidade.

A colheita dos pêssegos é realizada, principalmente, em estádios iniciais de maturação com o objetivo de prolongar o período de armazenamento (TECCHIO et

al., 2011). Entretanto, colher os frutos totalmente maduros resulta em pêssegos com elevada qualidade, porém com baixo potencial de armazenamento (ROMBALDI et al., 2002).

A quantidade colhida de pêssego não é prontamente absorvida pelo mercado consumidor, o que gera a necessidade de alternativas para manter a oferta por mais tempo (PINTO et al., 2012). Devido ao curto período de colheita e à alta perecibilidade, é necessário que os frutos sejam armazenados adequadamente para aumentar o período de oferta ao consumidor (BARBOSA et al., 2010). O pêssego é um fruto que amadurece e se deteriora rapidamente à temperatura ambiente. Assim, o armazenamento dos frutos em frio é uma técnica utilizada para retardar este processo.

2.5 Hipótese

- Genótipos de pessegueiro são responsivos a adubação mineral;
- Há sazonalidade na demanda de nutrientes por parte do pessegueiro;
- Valor nutricional de pêssegos é influenciado pelo manejo da adubação mineral;
- A prática de raleio melhora o calibre do pêssego;
- O raleio mecânico de flores e frutos reduz o custo de mão de obra.

2.6 Objetivo

2.6.1 Objetivo geral

Avaliar diferentes estratégias de nutrição mineral e de raleio para melhorar a eficiência produtiva de pessegueiros.

2.7 Objetivos específicos

- Determinar a dose de nitrogênio e de potássio para o cultivo de pessegueiro.
- Avaliar a composição mineral das folhas e frutos em diferentes doses de nitrogênio e potássio.
- Avaliar o valor nutricional e qualitativo dos frutos quando produzidos em diferentes níveis de adubação.

Determinar a eficiência do raleio mecânico em pessegueiros.

2.8 Metas a serem atingidas

Determinar em três anos a adequação da dose de nitrogênio e potássio no cultivo de pessegueiro.

Determinar em três anos, se o valor nutricional dos pêssegos é influenciado pelas doses de nitrogênio e potássio.

Determinar a eficiência do raleio mecânico no desempenho produtivo de pessegueiros em três anos.

2.9 Material e métodos

2.9.1 Experimento 1: Adubação nitrogenada na composição mineral (folhas e frutos), produção e qualidade dos frutos

O experimento será realizado em Pelotas, RS, na área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado (31° 40' 41.29" S e 52° 26' 22.05" W e altitude de 70m). O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo "Cfa", ou seja, temperado úmido com verões quentes. O experimento proposto será conduzido durante as safras de 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019. O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4 (duas seleções de pessegueiros e quatro doses de nitrogênio), sendo os tratamentos compostos pela combinação entre esses fatores. Cada tratamento terá quatro repetições com quatro plantas por parcela.

Os genótipos utilizados serão as seleções avançadas Cascata 1513 e Cascata 1067, enxertadas sobre o porta-enxerto 'Capdeboscq', com espaçamento de 1,5 x 5,0m, pomar com densidade de 1333 plantas por hectare e sistema de condução em ipilon. As doses de nitrogênio utilizadas serão: 0, 60, 120 e 160 Kg N ha⁻¹, essas doses serão parceladas em três aplicações, sendo 50% da dose aplicada em plena floração, 30% após o raleio e 20% após a colheita. A fonte de nitrogênio utilizada será a uréia (45% de N), aplicada sobre a superfície do solo, sem incorporação, em uma faixa de 2 m de largura, a partir do caule da planta, acompanhando a linha de plantio.

2.9.1 Variáveis a serem analisadas

a) Massa fresca da poda: pesagem de todo o material das duas plantas centrais das parcelas na poda de verão e poda de inverno, expressa em g planta^{-1} .

b) Diâmetro do tronco da cultivar copa: mensurado em milímetros (mm) e obtido com duas medidas realizadas com paquímetro digital a 20 cm do nível do solo nas duas plantas centrais da parcela.

c) Incremento do diâmetro do tronco a cada ano: diferença de diâmetro do primeiro ano avaliado (2016) para o segundo ano a ser avaliado (2017) e diferença entre o primeiro e o último ano a ser avaliado (2018). Será mensurado nas duas plantas centrais da parcela e expresso em milímetro (mm).

d) Comprimento de ramos: obtido através da média do comprimento (cm) de dois ramos produtivos por planta, escolhidos aleatoriamente da parte intermediária da copa de cada planta, nas duas plantas centrais das parcelas.

e) Número de flores por cm: obtida através da razão do comprimento de ramos (cm) pelo número de gemas (floríferas) destes ramos.

f) Raleio de frutos: os frutos raleados serão coletados, pesados separadamente por parcela nas duas plantas centrais. O número de frutos raleados será estimado e a massa média por fruto raleado foi obtida pela razão da massa total de frutos retirados pelo número de frutos raleados por planta.

g) Composição foliar: Serão coletadas nas duas plantas centrais de cada parcela, 100 folhas completas (limbo + pecíolo) da parte média dos ramos do ano, nos diferentes lados das plantas, entre a 13ª e a 15ª semanas após a plena floração, conforme recomendação da CQFS-RS/SC (2004). As folhas serão colocadas em sacos de papel e secas em estufa (65°C) para posterior análise de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B).

h) Número frutos por planta: na colheita, será feita a contagem do número total de frutos por planta ($\text{frutos planta}^{-1}$).

i) Massa média dos frutos: os frutos colhidos serão pesados em balança digital expresso em gramas (g).

j) Diâmetro do fruto: mensurado com paquímetro digital, onde serão obtidos diâmetros na altura e duas medidas no lado oposto, expresso em milímetro (mm).

k) Produção por planta: será estimada dividindo-se a massa total dos frutos de cada planta pelo número de frutos colhidos por planta (Kg fruto^{-1}).

l) Eficiência produtiva: obtida pela relação entre a produção por planta e o diâmetro do tronco ($\text{kg de fruto cm de diâmetro do tronco}^{-1}$).

m) Análise química do fruto: será realizada a concentração de N, P, K, Ca e Mg nos frutos e expresso em mg Kg^{-1} .

n) Coloração da epiderme: As leituras serão feitas na região equatorial dos frutos inteiros com casca, com auxílio do colorímetro. As medições serão realizadas na escala tridimensional $L^* a^* b^*$ do sistema CIELAB. A partir destes valores, serão considerados a^* e b^* calculados os valores da tonalidade da coloração (ângulo HUE), expressos em graus pela fórmula $h = \tan^{-1} b^*/a^*$.

o) Firmeza de polpa: será realizado com o texturômetro (Texture Analyzer, TA.XT plus®, Stable Micro Technologies Texture Systems) com a ponteira (probe P3) de 3mm, força de 5g e velocidade de 5mms^{-1} . Os resultados serão expressos em Newtons (N).

p) Sólidos solúveis (SS): será determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro Attago, modelo PAL-1, com correção automática de temperatura. Os resultados serão expressos em °Brix.

q) Acidez titulável (AT): será determinada por método potenciométrico com NaOH 0,1 N até atingir pH 8,1, utilizando um pHmetro digital. Será utilizado 10mL da amostra (suco) e 90mL de água destilada. Os resultados serão expressos em mg de ácido cítrico/100mL de suco.

r) Ratio: quantificado através da razão entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).

s) Potencial hidrogeniônico (pH): determinado diretamente no suco dos frutos com uso de um medidor de pH, com correção automática de temperatura.

t) Compostos fenólicos totais: realizado com o reagente Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965).

u) Atividade antioxidante: será realizada frente ao radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) de acordo com o método de Brand-Williams et al. (1995).

2.9.2 Experimento 2: Adubação potássica na composição mineral (folhas e frutos), rendimento e qualidade de frutos

O experimento será realizado em Morro Redondo RS, em pomar comercial de pessegueiro. O experimento proposto será conduzido durante as safras de 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019. A cultivar analisada será a Sensação, enxertadas sobre porta-enxerto 'Capdeboscq'. As plantas são conduzidas em sistema de vaso e o pomar apresenta densidade de plantio de 1000 plantas ha⁻¹, com espaçamento de 5 m entre linhas e 2 m entre plantas.

O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados com cinco doses de potássio (0, 40, 80, 120 e 160 Kg K ha⁻¹). Cada tratamento terá quatro repetições com duas plantas por parcela. A fonte de potássio utilizada será cloreto de potássio (58% de K), aplicada sobre a superfície do solo, sem incorporação, em uma faixa de 2 m de largura, a partir do caule da planta, acompanhando a linha de plantio.

2.9.1 Variáveis a serem analisadas

a) Massa fresca da poda: pesagem de todo o material das duas plantas centrais das parcelas na poda de verão e poda de inverno, expresso em g planta⁻¹.

b) Composição foliar: Serão coletadas nas duas plantas centrais de cada parcela, 100 folhas completas (limbo + pecíolo) da parte média dos ramos do ano, nos diferentes lados das plantas, entre a 13^a e a 15^a semanas após a plena floração, conforme recomendação da CQFS-RS/SC (2004). As folhas serão colocadas em sacos de papel e secas em estufa (65°C) para posterior análise de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B).

c) Número de frutos por planta: na colheita, será feita a contagem do número total de frutos por planta (frutos planta⁻¹).

d) Massa média dos frutos: os frutos colhidos serão pesados em balança digital expresso em gramas (g).

e) Diâmetro do fruto: mensurado com paquímetro digital, onde serão obtidos diâmetros na altura e duas medidas no lado oposto, expresso em milímetro (mm).

f) Produção por planta: será estimada dividindo-se a massa total dos frutos de cada planta pelo número de frutos colhidos por planta (Kg fruto⁻¹).

g) Análise química do fruto: será realizado a concentração de N, P, K, Ca e Mg nos frutos e expresso em mg Kg⁻¹.

h) Coloração da epiderme: As leituras serão feitas na região equatorial dos frutos inteiros com casca, com auxílio do colorímetro. As medições serão realizadas na escala tridimensional $L^* a^* b^*$ do sistema CIELAB. A partir destes valores, serão considerados a^* e b^* calculados os valores da tonalidade da coloração (ângulo HUE), expressos em graus pela fórmula $h = \tan^{-1} b^*/a^*$.

i) Firmeza de polpa: será realizado com o texturômetro (Texture Analyzer, TA.XT plus®, Stable Micro Technologies Texture Systems) com a ponteira (probe P3) de 3mm, força de 5g e velocidade de 5mm s^{-1} . Os resultados serão expressos em Newtons (N).

j) Sólidos solúveis (SS): será determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro Attago, modelo PAL-1, com correção automática de temperatura. Os resultados serão expressos em °Brix.

k) Acidez titulável (AT): será determinada por método potenciométrico com NaOH 0,1 N até atingir pH 8,1, utilizando um pHmetro digital. Será utilizado 10mL da amostra (suco) e 90mL de água destilada. Os resultados serão expressos em mg de ácido cítrico/100mL de suco.

l) Ratio: quantificado através da razão entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).

m) Potencial hidrogeniônico (pH): determinado diretamente no suco dos frutos com uso de um medidor de pH, com correção automática de temperatura.

n) Compostos fenólicos totais: realizado com o reagente Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965).

o) Atividade antioxidante: será realizada frente ao radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) de acordo com o método de Brand-Williams et al. (1995).

p) Carotenóides totais: serão determinados seguindo a metodologia de Talcott e Howard (1999).

2.10 Experimento 3: Influência da adubação nitrogenada em pêssegos durante o armazenamento refrigerado

Os frutos serão provenientes do município de Pelotas, RS, da área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado. O experimento proposto será conduzido durante as safras de 2016/2017 e 2017/2018. O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4 (duas

seleções de pessegueiros e quatro doses de nitrogênio). Cada tratamento terá quatro repetições com quatro plantas por parcela. Os genótipos utilizados serão as seleções avançadas Cascata 1513 e Cascata 1067. As doses de nitrogênio utilizadas serão: 0, 60, 120 e 160 Kg N ha⁻¹.

A colheita será manual e aleatória, sendo coletados frutos em diversas posições e orientações da planta. Os pêssegos serão colocados em caixas plásticas e encaminhados para o Núcleo de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. No laboratório, os frutos serão homogeneizados e acondicionados em câmara fria em ambiente refrigerado durante 30 dias, na temperatura de 1±1°C. A análise dos frutos será realizada a cada 10 dias de armazenamento (na saída da câmara) seguido de três dias de exposição a 20°C, simulando o período de comercialização. Serão utilizadas quatro repetições de cinco frutos por parcela.

2.10.1 Variáveis a serem analisadas

a) Coloração da epiderme: As leituras serão feitas na região equatorial dos frutos inteiros com casca, com auxílio do colorímetro. As medições serão realizadas na escala tridimensional L* a* b* do sistema CIELAB. A partir destes valores, serão considerados a* e b* calculados os valores da tonalidade da coloração (ângulo HUE), expressos em graus pela fórmula $h = \tan^{-1} b^*/a^*$.

b) Firmeza de polpa: será realizado com o texturômetro (Texture Analyzer, TA.XT plus®, Stable Micro Technologies Texture Systems) com a ponteira (probe P3) de 3mm, força de 5g e velocidade de 5mm s⁻¹. Os resultados serão expressos em Newtons (N).

c) Sólidos solúveis (SS): será determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro Attago, modelo PAL-1, com correção automática de temperatura. Os resultados serão expressos em °Brix.

d) Acidez titulável (AT): será determinada por método potenciométrico com NaOH 0,1 N até atingir pH 8,1, utilizando um pHmetro digital. Será utilizado 10mL da amostra (suco) e 90mL de água destilada. Os resultados serão expressos em mg de ácido cítrico/100mL de suco.

e) Ratio: quantificado através da razão entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).

f) Potencial hidrogeniônico (pH): determinado diretamente no suco dos frutos com uso de um medidor de pH, com correção automática de temperatura.

g) Compostos fenólicos totais: realizado com o reagente Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965).

h) Atividade antioxidante: será realizada frente ao radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) de acordo com o método de Brand-Williams et al. (1995).

j) Perda de massa: Determinada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial da repetição, através da equação: $(\text{peso inicial} - \text{peso final}/\text{peso inicial}) \times 100$.

k) Incidência de podridão: Avaliada pela contagem dos frutos que apresentarem lesões com diâmetro superior a 0,5cm, características de ataque por fungos e os resultados serão expressos em porcentagem.

l) Injúrias pelo frio (lanosidade e escurecimento): Avaliadas visualmente, através da observação da aparência dos frutos, quando submetidos ao corte e será contado o número de frutos total, por repetição que estavam com injúria e os resultados expressos em porcentagem.

2.11 Experimento 4: Influência da adubação potássica no armazenamento refrigerado de pêssegos

Os frutos serão provenientes do município de Morro Redondo, RS, de pomar comercial de pessegueiro. O experimento proposto será conduzido durante as safras de 2016/2017 e 2017/2018. A cultivar utilizada no pomar será Sensação, enxertada sobre portaenxerto 'Capdeboscq'. O delineamento experimental utilizado será blocos casualizados com cinco doses de potássio 0, 40, 80, 120 e 160 Kg K ha⁻¹.

A colheita será manual e aleatória, sendo coletados frutos em diversas posições e orientações da planta. Os frutos serão colocados em caixas plásticas e encaminhados para o Núcleo de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, Pelotas - RS. No laboratório, os frutos serão homogeneizados e acondicionados em câmara fria em ambiente refrigerado durante 30 dias, na temperatura de 1±1°C. A análise dos frutos será realizada a cada 10 dias de armazenamento (na saída da câmara), seguido de três dias de exposição a 20°C, simulando o período de comercialização. Serão utilizadas quatro repetições de cinco frutos por parcela.

2.11.1 Variáveis a serem analisadas: Idem ao experimento 3.

2.12 Experimento 5: Raleio mecânico em flores de pessegueiros

O experimento será realizado em Pelotas, RS, na área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado. Será utilizada nas seleções 'Casca 1513', 'Casca 1067' e 'Casca 1429'. O experimento proposto será conduzido durante as safras de 2016/2017 e 2017/2018. O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3 (3 tipos de raleio e 3 genótipos de pessegueiros). Cada tratamento terá quatro repetições com duas plantas por parcela.

As três seleções de pessegueiro são enxertadas sobre o porta-enxerto 'Capdeboscq', com espaçamento de 1,5 x 5,0m, pomar com densidade de 1333 plantas por hectare e sistema de condução em ipilon. O raleio mecânico de flores será realizado na plena floração dos pessegueiros com o equipamento da marca Arvipo AF100 e com equipamento derriçadeira. Como controle será utilizado o raleio manual aos 40 dias após a plena floração.

2.12.1 Variáveis a serem analisadas

- a) Porcentagem de queda:** Antes da realização do raleio será contado o número de flores e/ou frutos em seis ramos marcados na base mediana da planta.
- b) Frutificação efetiva:** Serão marcados seis ramos mistos por planta, dos quais será contado o número de flores e o número de frutos no momento da colheita, sendo expressa em porcentagem.
- c) Tempo de raleio:** será contabilizado o tempo para a realização do raleio por uma pessoa, e expresso em minutos.
- d) Número de frutos por planta:** na colheita, será feita a contagem do número total de frutos por planta (frutos planta⁻¹).
- e) Massa média dos frutos:** os frutos colhidos serão pesados em balança digital expresso em gramas (g).
- f) Diâmetro do fruto:** mensurado com paquímetro digital, onde serão obtidos diâmetros na altura e duas medidas no lado oposto, expresso em milímetros (mm).
- g) Calibre dos frutos:** os frutos serão divididos em cinco classes, 45<50 mm, 50<55 mm, 55<60 mm, 60<65 mm e ≥65 mm.

h) Produção por planta: será estimada dividindo-se a massa total dos frutos de cada planta pelo número de frutos colhidos por planta (Kg fruto^{-1}).

2.13 Experimento 6: Raleio mecânico em flores e frutos de pessegueiros

O experimento será realizado em Pelotas, RS, na área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado. O pomar de pessegueiro será da cultivar Maciel enxertado sobre o porta-enxerto 'Capdeboscq', com espaçamento de 3,0 x 5,0m e sistema de condução em vaso. O experimento proposto será conduzido durante as safras de 2016/2017 e 2017/2018. O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados, com quatro tratamentos de raleio, com quatro repetições com duas plantas por parcela.

Os tratamentos serão os seguintes: raleio manual aos 40 dias após a plena floração, raleio mecânico de flores na plena floração dos pessegueiros com o equipamento da marca Arvipo AF100, raleio mecânico de flores na plena floração dos pessegueiros com o equipamento derriçadeira e raleio mecânico de frutos após 40 dias da plena floração dos pessegueiros com o equipamento derriçadeira.

2.13.1 Variáveis a serem analisadas: Idem ao experimento 5.

2.14 Estatística dos experimentos

Para o experimento 1 e 2, os resultados obtidos serão submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, serão ajustadas equações de regressão.

Para o experimento 3, 4, 5 e 6 será realizado a análise de variância pelo teste F e, quando o efeito de tratamento for significativo será realizado o teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade de erro.

2.16 Recursos necessários

2.16.1 Material de consumo				
Material	Und.	Qtd.	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Aubos	Sc.	-	-	2.000,00
Controle defitossanitario das plantas	Sc.	-	-	2.000,00
Materiais de laboratório	-	-	-	500,00
Produtos químicos para realização das análises	Und.	-	-	7.000,00
Subtotal				12.000,00
2.16.2 Material permanente disponível				
Balança digital	Un.	1	1.300,00	1.300,00
Estufa de secagem Biopar	Un.	1	7.296,00	7.200,00
Penetrômetro digital	Un.	1	600,00	600,00
Refratômetro digital (Atago PR32)	Un.	1	1.200,00	1.200,00
Paquímetro digital 150mm	Un.	1	400,00	400,00
Colorímetro Minolta CR 400	Un.	1	24.000,00	24.000,00
Roçadeira para trator	Un.	1	3.000,00	3.500,00
Subtotal				38.200,00
2.16.3 Outros serviços				
Fotocópias	Un.	500	0,10	50,00
Passagem para congresso	Un.	2	1000,00	2.000,00
Manutenção de área experimental	Un.	-	4500,00	4.500,00
Inscrição em eventos científicos	Un.	2	300,00	600,00
Subtotal				7.150,00
2.16.4 Custo Total				
Material de consumo ^a				12.000,00
Material permanente*				38.200,00
Outros serviços ^b				7.150,00
Imprevistos (10% de ^a e ^b)				1.915,00
Total				61.865,00

2.17 Referências

ANDRADE, S.B.; GALARÇA, S.P.; GAUTÉRIO, G.R.; FACHINELLO, J.C.; MALGARIM, M.B. Qualidade de pêssegos das cultivares Chimarrita e Maciel sob armazenamento refrigerado em diferentes estádios de maturação de colheita. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v.16, p.93-100, 2015.

BARBOSA, W.; CHAGAS, E.A.; POMMER C.V.; PIO R. Advances in low-chilling peach breeding at Instituto Agrônômico. *Acta Horticulturae*, v.872, p.147-150, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v.28, p.25-30, 1995.

BRUNA, E.D.; BACK, A.J. Adubação nitrogenada em pessegueiros 'Aurora' e 'Chimarrita'. *Revista Tecnologia e Ambiente*, v. 20, p. 71-80, 2014.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C.A.; KAMINSK, J.; MELO, G.B.; LOURENZI, C.R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: Produtividade e características químicas do mosto da uva. *Ciência Rural*, v.37, p.389-393, 2007.

CUQUEL, F.L.; MOTTA, A.C.V.; TUTIDA, I.; MAY DE MIO, L.L. Nitrogen and potassium fertilization affecting the plum postharvest quality. *Revista Brasileira de Fruticultura*, volume especial, p. 328-336, 2011.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D. Effects of controlled atmosphere on plums. *Central Valley Postharvest Newsletter*, v. 17, p. 4-6, 2008.

DIEZMA, B., ROSA, U.A. Monitoring of fruit removal for mechanical thinning of peaches. *Fruticultura*, v.5, p. 12-16, 2005.

BORGES, A. da F.; SILVEIRA, T.M.T.; SANTOS, J.; RASEIRA, M. do C.B. Tolerância de gemas floríferas, flores e frutos de pessegueiro a temperaturas de ocorrência de geadas. **Revista Ceres**, v.59, p.355-359, 2012.

BYERS, R.E.; COSTA, G.; VIZZOTTO, G. Flower and fruit thinning of Peach and other *Prunus*. **Horticultural Reviews**, v.28, p.351-392, 2003.

BYERS, R.E.; MARINI, R.P. Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to an early spring freeze. **HortScience**, v. 29, p. 146-148, 1994.

CAMPOS, A.D.; FREIRE, C.J.S.; NAKASU, B.H.; FORTESW, J.F. Qualidade dos frutos e crescimento dos ramos de pessegueiro em função do nitrogênio e potássio foliar. In: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, 1996, Curitiba, PR. **Anais...SBF**, p.379, 1996.

COELHO, A.M. **O potássio na cultura do milho**. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L. (Eds.). Potássio na agricultura brasileira: Piracicaba, 2005. 612-658 p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

COSTA, G.; DAL CIN, V.; RAMINA, A. Physiological, Molecular and Practical Aspects of Fruit Abscission. **Acta Horticulturae**, v.727, p.301-310, 2005.

COSTA, G.; VIZZOTO, G. Fruit thinning of peach trees. **Plant Growth Regulation**, v.31, p. 113-119, 2000.

DOLINSKI, M.A. SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C. V.; CUQUEL, F.L.; SOUZA, S.R.; MAY-DEMIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro “Chimarrita” em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa - PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p.295-299, 2005.

DOLINSKI, M.A. Produtividade, crescimento vegetativo, doenças e qualidade pós-colheita de pessegueiro adensado com manejos de adubação nitrogenada e de poda verde. Curitiba, PR, Universidade Federal do Paraná. 126 p. Tese de doutorado. 2012.

DORNFELD, H.C.; NANTES, J.F.D. Utilização de normas de classificação por produtores rurais e atacadistas de São Paulo: um estudo da comercialização de pêsego na CEAGESP. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 10, p.293-306, 2008.

EL-JENDOUBI, H.; ABADÍA, J.; ABADÍA, A.N. Assessment of nutrient removal in bearing peach trees (*Prunus persica* L. Batsch) based on whole tree analysis. **Plant Soil**, v. 369, p. 421-437, 2013.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta, 2004. 403 p.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, B.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 109-120, 2011.

FAO. **Faostat:** Production crops. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>> Acesso em: 18 de junho 2016.

FREIRE, C.J.; MAGNANI, M. Adubação e correção do solo. In: RASEIRA, M. C. B; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 73-141.

FLOWERS, T.J., COLMER, T.D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, v. 179, p.945–963, 2008.

GONÇALVES, M.AL.; COCCO, C.; VIGNOLO, G.K.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L.E.C. Efeito da intensidade de poda na produção e qualidade de frutos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, 742-747, 2014.

HANSCH, R., MENDEL, R.R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). **Current Opinion in Plant Biology**, v.12, p.259–266, 2009.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=24&i=P.>> Acessado em: 26 de julho de 2016.

KANGUEEHI, G. N.; STASSEN, P.J.C.; THERON, K.I.; WOOLDRIDGE, J. Macro and micro element requirements of young and bearing apple trees under drip fertigation. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 28, p.136–141, 2011.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

KNAPIK, J.G. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella Benth* e *Prunus sellowii Koehne*. 163p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LURIE, S.; CRISOSTO, C.H. Chilling injury in peach and nectarine. **Postharvest Biology and Technology**, v.37, p.195-208, 2005.

MCARTNEY, S.J.; OBERMILLER, J.D.; ARELLANO, C. Comparison of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. **HortScience**, v.47, p.509-514, 2012.

MADAIL, J.C.M.; REICHERT, L.J.; DOSSA, D. **Análise de rentabilidade dos sistemas empresarial e familiar de produção de pêssigo no sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 43p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 86).

MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. C. B. Aspectos da produção e mercado do pêssego no Brasil: **Circular Técnica Embrapa**, CPACT, Pelotas, n.80, 2008.

MARTIN, B.; TORREGOSA, A.; GARCIA, J.B.; Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. **Science Horticulture**, v.125, p. 658-665, 2010.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Crescimento e teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em pessegueiro cv. Diamante com diferentes níveis de N aplicado ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, p.1315-1321, 1991.

OLIVEIRA, A.M.G.; CALDAS, R.C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

PASCUAL, M.; NOLLA, J. M.; RAMÓN, E.; MONTURIOL, A. Aclareo mecánico de flores. Resultados de tres años de experiencias. I: descripción del funcionamiento y efectos de las máquinas rotativas de eje vertical. **Revista de Fruticultura**, v.5, p. 30-36, 2010.

PEREIRA, J.F.M.; RASEIRA, A. Raleio. In: RASEIRA, M. C. B; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 309-327.

PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C.; ROBERTO, S.R. **Tecnologia para a cultura do pessegueiro em regiões tropicais e subtropicais**. Jaboticabal: Funep, 2002. 62p.

PINTO, J.A.V.; BRACKMANN, A; SCHORR, M.R.W; VENTURIN, T.L.; THEWES, F.R. Indução de perda de massa na qualidade pós-colheita de pêssegos 'Eragil' em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n. 6, 2012.

RASEIRA, M. C. B; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 776.

REEVES, J.; CUMMINGS, G. The influence of some nutritional and management factors upon certain physical attributes of peach quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.95, p.338-341, 1970.

SEIBERT, E.; LEÃO, M.L. de; RIETH, S.; BENDER, R.J. Efeitos do condicionamento na qualidade de pêssegos Maciel. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 477-483, 2010.

REIGHARD, G.L, BYERS, R.E. **Peach thinning**. Disponível em: www.ent.uga.edu/peach/peachhbk/cultural/thinning.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016.

ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A.; PARUSSOLO, A.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M. R.; GIRARDI, C.L.; CANTILLANO, R.F.F. Armazenamento de pêssegos (*Prunus persica* L.), cultivar Chiripá, em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v.32, p.43-47, 2002.

SANTANA, L.R.R. De; BENEDETTI, B.C.; SIGRIST, J.M.M.; SATO, H.H.; ANJOS, V.D. De A. Effect of controlled atmosphere on postharvest quality of 'Douradão' peaches. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p.231-237, 2011.

SERRAT, B.M.; REISMANN, C.B; MOTTA, A.C.V.; MARQUES, R. **Nutrição mineral de fruteira de caroço**. In: MONTEIRO, L.B.; MAY-DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA A.C.; CUQUEL F.L. Fruteiras de caroço: uma visão ecológica, Curitiba, UFPR, 2004, p.71-95.

SIMÕES, M.P.; VULETA, I.; BELUSIC, N. Monda mecânica de flores com equipamento electro'flor em pessegueiros da cultivar 'Rich Lady' Peach flowers thinning with the electro'flor equipment in 'Rich Lady' cultivar. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 363, p. 297-302, 2013.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A.J.R. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144-158, 1965.

SOUZA, E.L.; ARGENTA, L.C.; ROMBALDI, C.V.; SOUZA, A.L.K.; AMARANTE, C.V.T. Diagnosis of fruit quality and mineral contents of 'Fuyu' persimmon produced in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, v.934, p.775-781, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918p.

TAHERI, A.; CLINE, J.A.; JAYASANKAR, S.; PAULS, P.K. Ethephon-induced abscission of 'Redhaven' peach. **American Journal of Plant Sciences**, v.3, p.295-301, 2012.

TECCHIO, M.A.; BETIOL NETO, J.E.; BARBOSA, W.; SAN'ANA, M.L. Evolution and perspective of the temperature fruit crops in São Paulo state, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 150-157, 2011.

TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D.; GONÇALVES, R. S.; ANTUNES, L. E. C.; HERTER, F. G. Influência do plástico branco, poda verde e Amino Quelant[®]-K na qualidade de pêssegos "Santa Áurea". **Bragantia**, v.67, p.243-247, 2008.

WANG, S. Y. Effect of pre-harvest conditions on antioxidant capacity in fruits. **Acta Horticulturae**, v. 712, p. 299–305, 2006.

QUEIRÓS, R.J.L.V.de. Estudo de alternativas à monda de frutos em ameixeira japonesa (*Prunus salicina* L.) na qualidade e pós-colheita dos frutos. Évora, Universidade de Évora. 65 p. Dissertação de mestrado. 2016.

3 Relatório do trabalho de campo

O início dos trabalhos ocorreu em maio de 2016 com a seleção dos pomares a serem utilizados para a execução dos experimentos. Os seis experimentos propostos no projeto de doutorado foram executados, com pequenas modificações em algumas análises anteriormente propostas na metodologia.

Foram realizados três experimentos de raleio, o primeiro e o segundo foram realizados no ano de 2016 e 2017 em um pomar localizado na Embrapa Clima Temperado no município de Pelotas/RS. Após a realização desses experimentos verificou-se que o raleio mecânico poderia ser uma alternativa ao raleio manual dos frutos, e desta forma, no ano de 2018 um terceiro experimento de raleio foi realizado em um pomar comercial na região de Pelotas, na propriedade dos produtores Elton e Fábio Raffi.

Os experimentos de adubação nitrogenada e potássica foram executados conforme foi proposto no projeto de doutorado. Os experimentos de armazenamento dos pêssegos ao invés de serem avaliados em duas safras como constam no projeto de doutorado foram realizados somente em uma safra.

Além dos experimentos propostos no projeto de doutorado foi realizado mais um estudo no ano de 2019 sobre adução orgânica e carga de frutas, desenvolvida na Universidade de Bologna, na Itália, sob a orientação do prof. Dr. Moreno Toselli.

Experimentos adicionais foram realizados, sendo somados aos iniciais 'Adubação nitrogenada em pessegueiros (*Prunus persica* (L.) Batsch): influência sobre a qualidade pós-colheita, foi publicado na Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha, no volume 18, número 2 de 2017.

Também foram escritos e apresentados os resumos: 'Efeito do raleio mecânico em pessegueiro 'Maciel'' apresentado e publicado no XV Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado (ENFRUTE) em 2017; 'Raleio com dispositivos mecânico-manual em flores de pessegueiros' apresentado no 13º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado (SENAFRUT) em 2018; 'Raleio

mecânico-manual em flores de pessegueiros' foi apresentado no XXI Encontro de Pós-Graduação (ENPOS) em 2019.

4 Artigos

4.1 Artigo 1

MECHANICAL FLOWER THINNING IN PEACH TREES

Caroline Farias Barreto, Luis Eduardo Correa Antunes, Letícia Vanni Ferreira, Renan Navroski, Jorge Atílio Benati, José Francisco Martins Pereira

Publicado na Revista Brasileira de Fruticultura, v. 41, n. 6, e-465, 2019.

MECHANICAL FLOWER THINNING IN PEACH TREES

Abstract: In cultivation of peaches, thinning is conventionally performed on fruits by hand, and needs to be done in a short time and with specialized labor, which increases the operational costs of this practice. Mechanical thinning can be an alternative to manual fruit thinning. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of mechanical flower thinning with different equipment in advanced peach orchard. The experiment was conducted in 2016 and 2017, combining advanced selections of peach trees and thinning methods. The evaluated variables were percentage of flowers thinning, thinning time, fruit number per plant, plant production, estimated yield, average fruit mass and fruit diameter class. Flower mechanic thinning alters the yield index of peach trees. Mechanical thinning on peach trees was efficient in flower thinning and reduced the practice execution time. Therefore, mechanical thinning is an alternative to the manual fruit thinning of peach trees.

Index terms: *Prunus persica*, flower removal, effective fruiting, thinning cost.

RALEIO MECÂNICO DE FLORES EM PESSEGUEIROS

Resumo: Na produção de pêssegos, o raleio é realizado convencionalmente nos frutos de forma manual, necessitando ser realizada num curto período de tempo e com mão de obra especializada, o que eleva os custos operacionais desta prática. O raleio mecânico pode ser uma alternativa ao raleio manual de frutos. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do raleio mecânico em flores com distintos equipamentos em seleções avançadas de pessegueiros. O experimento foi conduzido nos anos de 2016 e 2017, combinando-se seleções avançadas de pessegueiros e métodos de raleio. As variáveis avaliadas foram percentagem de raleio de flores, tempo de raleio, número de frutos por planta, produção por planta, produção estimada, massa média dos frutos e classe de diâmetro dos frutos. O raleio mecânico de flores altera os índices produtivos dos pessegueiros. O raleio mecânico em pessegueiros foi

eficiente no raleio de flores e reduziu o tempo de execução da prática. Portanto, o raleio mecânico de flores é uma alternativa ao raleio manual de frutos de pessegueiros.

Termos para indexação: *Prunus persica*, remoção de flores, frutificação efetiva, custo de raleio.

Introduction

Peach trees produce abundant bloom under favorable cultivation conditions, being able to fix more fruits than the plant can support (PEREIRA and RASEIRA, 2014; GIOVANAZ et al., 2016), causing greater competition among fruits and also with vegetative growth, water and nutrients. In order to avoid excess fruit on plants, the amount per tree should be regulated. This adjustment may be by thinning so that fruits of adequate size are obtained for commercial acceptance (GIOVANAZ et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017).

In addition to removing the excess number of fruits from the plant, so that does not impair productivity, thinning is an important cultural practice in peach quality, which improves fruit color and size, and eliminates damaged and/or diseased fruits (PEREIRA and RASEIRA, 2014; OLIVEIRA et al., 2017).

Fruit thinning in peach trees is mainly done manually between 40 and 50 days after full bloom, but this practice needs to be performed in a short period, requiring high labor demand and resulting in high production cost (MCARTNEY et al., 2012; SIMÕES et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2017). As an alternative to Manual fruit thinning in peach trees, studies have been conducted with chemical thinning (GIOVANAZ et al., 2016; BARRETO et al., 2018; FARIAS et al., 2019) and mechanical (MARTIN-GORRIZ et al., 2011; SIMÕES et al., 2013). Among the advantages of mechanical thinning stands out the possibility of thinning in less time compared to fruits manual thinning (MARTIN et al., 2010; MARTIN-GORRIZ et al., 2011; MILLER et al., 2011).

Mechanical thinning in peach trees has been adopted in several countries such as Spain, Portugal, Canada and the United States (MILLER et al., 2011; MARTIN-GORRIZ et al., 2011; SIMÕES et al., 2013; SAUERTEIG and CLINE, 2013).

However, in Brazil the information is still scarce, requiring studies to develop this technology that can actually be used in orchards. The mechanization of thinning enables the peach producer to be profitable, as well as assisting in the scarcity of labor in the rural area.

In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of mechanical thinning on flowers with different equipment in advanced peach trees selections (*Prunus persica*).

Material and methods

The experiment was conducted in the 2016 and 2017 season in the experimental area of Embrapa Clima Temperado, in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The Capdeboscq rootstock was used for grafting the Cascata 1513, Cascata 1067 and Cascata 1429 crowns, which are advanced selections from Embrapa Temperate Climate breeding program. Both cultivars have white pulp and are intended for fresh consumption. In the orchard, the spacing adopted between plants was 1.5m x 5.0m, with a planting density of 1,333 plants per hectare.

The average temperature and average precipitation during the experiment period were collected from the Embrapa Climate Temperate weather station (Figure 1). The cold hours (temperatures below or equal to 7.2 °C) recorded in 2016 and 2017 were 172 and 77 cold hours respectively.

The experimental design used was randomized blocks, 3x3 factorial scheme (3 thinning methods and 3 peach genotypes), with three replications, each repetition composed of two plants. The thinning methods used in this experiment were: fruits manual thinning 40 days after full bloom; mechanical flower thinning with a vibrating equipment, Carpa Electro[®] brand, in full bloom; and mechanical flower thinning with a trimmer, Stihl brand, in full bloom. The manual thinning was performed leaving the fruits 10 cm to 15 cm apart. The full bloom of peach trees ‘Cascata 1513’ selection occurred on 08/08/2016 and 07/31/2017, the ‘Cascata 1067’ selection on 08/08/2016 and 07/31/2017 and the ‘Cascata 1429’ selection on 08/08/2016 and 08/04/2017.

The mechanical thinning was performed by the manual device Carpa Electro[®], which has a 20 cm long rotary rod with flexible rubber rings that is attached to a portable battery and the trimmer machine Stihl brand consisting of a gasoline engine, 1.5m rod and a pair of 0.39m long claws.

The evaluated variables were % of thinning, determined in four branches previously randomly selected in each plant and counting the number of flowers or fruits before thinning and the number of flowers or fruits at harvest (%); number of fruits per plant, obtained by counting the fruits on each plant in the harvest (fruits plant⁻¹); production per plant (kg plant⁻¹); estimated yield per hectare (t ha⁻¹); thinning time, determined by the time spent performing each thinning treatment, timed via digital clock (minutes plant⁻¹).

The peaches were harvested on 11/10/2016 and 11/14/2017 in the ‘Cascata 1513’ selection, on 11/30/2016 and 11/24/2017 in the ‘Cascata 1067’ selection and on 11/30/2016 and 11/20/ 2017 in the ‘Cascata 1429’ selection. After harvesting, 50 fruits were randomly taken to perform the average mass determined by weighing the fruits on a digital scale and the results expressed in grams (g); the percentage distribution of fruits in terms of size was evaluated and divided into four classes: < 55mm, 55mm to < 60mm, 60mm to < 65mm and > 65mm.

Data were submitted to analysis of variance and analysis of means by Tukey test at 5% probability with the support of Sisvar software, version 5.6 (FERREIRA, 2014).

Results and discussion

In 2016 harvest, there was interaction among the studied factors (genotypes and thinning method) for % of flower and fruit thinning, yield per plant and estimated yield (Table 1). In this harvest, there was no significant difference in the percentage of thinning between the mechanically performed operation with the Carpa Electro[®] equipment and the one performed manually, in the three evaluated genotypes. However, a smaller percentage of thinning was observed in the ‘Cascata 1067’ selection (33.84%) when the trimmer was used, in relation to the other peach trees

selections. The Carpa Electro[®] and trimmer equipment caused a higher percentage of thinning in the ‘Cascata 1513’ and ‘Cascata 1429’ selections when compared to the manually thinning, but did not differ from the ‘Cascade 1067’ selection.

In 2017 harvest, there were no significant differences in the percentage of flower thinning among the three peach genotypes, with values ranging from 41.44% to 55.81% for ‘Cascade 1067’ and ‘Cascade 1429’, respectively. Among the methods employed, the highest percentages of thinning were observed with the use of Carpa Electro[®] equipment and the trimmer when compared to manual thinning (Table 2).

In this study, the flower thinning percentages ranged from 33.84% to 61.73%, regardless of the equipment used. This percentage of flower thinning is close to the values reported by Sauerteig and Cline (2013) who eliminated in the peach trees mechanical thinning approximately 42% to 75% of flowers and by Schupp et al. (2008) that recommend to eliminate 50% to 60% of flowers in mechanical thinning. In general, it can be observed in this study that the use of the equipment demonstrated efficiency in performing the overthrow of flowers and providing the execution of thinning on peach trees.

Mechanical flower thinning with the trimmer, although not significantly differing from the thinning performed with the Carpa Electro[®] equipment, provided an increase in production per plant and estimated peaches from the ‘Cascata 1513’ and ‘Cascata 1067’ selections compared to the fruits manual thinning in the 2016 harvest (Table 1). According to El-Boray et al. (2012), flower thinning may allow greater distribution of reserves for cell division during the fruit growth phase, thus reducing the initial competition for carbohydrates.

However, mechanical flower thinning in peach trees of the ‘Cascata 1429’ selection presented lower yield in 2016 harvest, regardless of the equipment used (Table 1), due to the lower number of fruits found in this selection (Table 3). Although this genotype had fruits with larger mass and diameter (> 65 mm), the yield did not correspond in the same way due to the smaller number of fruits per plant (Table 3 and Figure 2).

In 2017 harvest there were no significant differences for production per plant and estimated production between the thinning methods used (Table 2). However,

there was a higher yield in the ‘Cascata 1513’ selection (Table 2), which although presenting fruits with the lowest average mass, also presented significantly higher number of fruits (Table 3). According to Ferreira et al. (2018) ‘Cascata 1513’ selection has higher yield potential, with higher yield and number of fruits compared to ‘Cascata 1067’ selection. This variation in yield between cultivars is common in orchards (SOUZA et al., 2013; FERREIRA et al., 2018).

‘Cascata 1513’ selection, in both harvests, produced the largest number of fruits per plant, but with smaller mass (Table 3) and smaller diameter (Figure 2). Increasing the number of fruits per plant reduces the source/drain ratio, contributing to the production of smaller fruits with low commercial value. In plants with high fruit load the growth of branches and fruits is limited (BUSSI et al., 2009).

The number and average mass of fruits were not significantly influenced by peaches mechanical thinning, and this information was verified in both harvests (Table 3). These results corroborate with Martin et al. (2010), who found that mechanical flower thinning in peach trees does not change the number of fruits per plant. In general, it can be observed that the productive indexes of peach trees are more affected by genotype than by thinning method. Therefore, we verified the efficiency of the equipment tested in this study in reducing the number of flowers, but without being the limiting factor in productivity.

In both harvests, the highest percentage of smaller fruits (<55mm) was observed in plants that were thinned with the Carpa Electro[®] equipment (Figure 3). It is noteworthy that these fruits have low commercial value due to their size. The mechanically thinned plants with the trimmer presented satisfactory results in relation to the diameter of the fruits, since they presented smaller percentages of small fruits (<55mm) and larger percentages of larger fruits (> 65mm) in relation to manual thinning, in the two evaluated harvests.

Regarding the time spent on thinning, it was observed that the average time required was 2 and 3 minutes per plant for the operations performed with the trimmer and Carpa Electro[®] equipment, respectively. However, in the thinning done manually the average time was 8 minutes per plant. Therefore, mechanical thinning represents a reduction of approximately 70% of the time allocated to each plant for the practice of

fruits thinning on peach trees. The reduction in time reflects the reduced need for labor, and consequently lower costs with this operation. These results corroborate with those found by Martin et al. (2010), Martin-Gorriz et al. (2011) and Miller et al. (2011) who verified that mechanical thinning on peach trees reduces the total working time.

Conclusion

Peach production is affected by mechanical flower thinning.

Carpa Electro[®] and trimmer equipment are efficient to perform mechanical flower thinning and to reduce the time of its execution in peach trees.

Mechanically thinned plants with the trimmer equipment provides larger diameter fruits.

Acknowledgment

The authors would like to the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes) for granting of the scholarships and also EMBRAPA for the support in infrastructure and logistics for the execution of this study.

References

BARRETO, C.F.; NAVROSKI, R.; ZANDONÁ, R.R.; FARIAS, R.M.; MALGARIM, M.B.; MELLO-FARIAS, P.C. Effect of chemical thinning using 6-benzyladenine (BA) on Maciel peach (*Prunus persica* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v.12, n.6, p.980-984, 2018.

BUSSI, C.; LESCOURRET, F.; GENARD, M. Effects of thinning and pruning on shoot and fruit growths of girdled fruit-bearing shoots in two peach tree cultivars ('Big Top and Alexandra'). **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 74, n.3, p.97-102, 2009.

EL-BORAY, M.S.; SHALAN, A.M.; KHOURI, Z.M. Effect of different thinning techniques on fruit set, leaf area, yield and fruit quality parameters of *Prunus persica* L. Batsch cv. Florida Prince. **Trends in Horticultural Research**, Tustin, v.3, n.1, p.1-13, 2012.

FARIAS, R. de M.; MARTINS, C.R.; BARRETO, C.F.; GIOVANAZ, M.A.; MALGARIM, M.B.; MELLO-FARIAS, P. Time of metamitron application and concentration in the chemical thinning of 'Maciel' peach. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n.4, 2019.

FERREIRA, L.V.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I.S.; SCHMITZ, J.D.; ANTUNES, L.E.C. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, n.2, p.172-181, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.2, p. 109-112, 2014.

GIOVANAZ, M. A.; FACHINELLO, J. C.; SPAGNOL, D.; WEBER, D.; CARRA, B. Gibberellic acid reduces bloom and time of manual thinning in 'Maciel' peach trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n.2, p. e-692, 2016.

McARTNEY, S.J.; OBERMILLER, J.D.; ARELLANO, C. Comparison of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. **HortScience**, Alexandria, v.47, n.4, p.509-514, 2012.

MARTIN, B.; TORREGROSA, A.; GARCIA BRUNTON, J. Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.125, n.4, p.658 - 665, 2010.

MARTIN-GORRIZ, B. et al. Feasibility of peach bloom thinning with hand-held mechanical devices. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.129, n.1, p.91-97, 2011.

MILLER, S. et al. Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches. **Hortscience**, Alexandria, v. 46, n.1, p. 43–51, 2011.

OLIVEIRA P.D. DE.; MARODIN, G.A.B., ALMEIDA, G.K. DE A.; GONZATTO, M.P.; DARDE, D.C. Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on ‘BRS Kampai’ peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.11, p.1006-1016, 2017.

PEREIRA, J.F.M.; RASEIRA, A. Raleio. In: RASEIRA, M.C.B.; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. (Ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p.309-327.

SAUERTEIG, K.A.; CLINE, J.A. Mechanical blossom thinning of ‘Allstar’ peaches influences yield and quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.160, p.243–250, 2013.

SCHUPP, J.J.; BAUGHER, T.; AUXT, MILLER, S.S.; HARSH, R.M.; LESSER, K.M. Mechanical thinning of peach and apple trees reduces labor input and increase fruit size. **Horticulture Technology**, Alexandria, v. 18, n.4, p.660-670, 2008.

SIMÕES, M.P. et al. Monda mecânica de flores com equipamento electro’flor em pessegueiros da cultivar ‘Rich Lady’. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 363, n.3, p. 297-302, 2013.

SOUZA, F.B.M. de; ALVARENGA, Â.A.; PIO, R.; GONÇALVES, E.D.; PATTO, L.S. Produção e qualidade dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira. **Bragantia**, Campinas, v.72, n. 2, p.133-139, 2013.

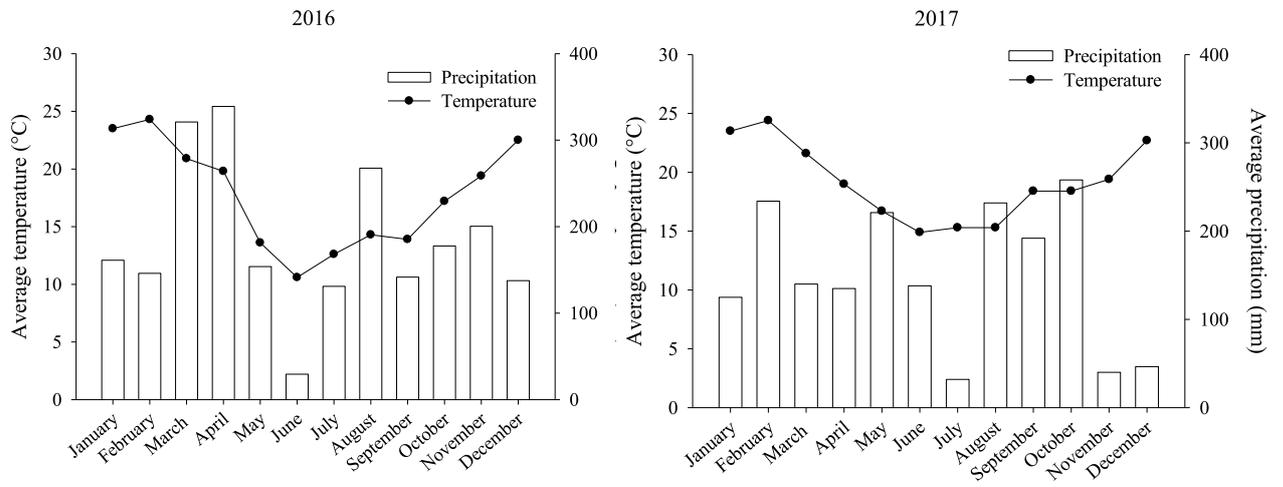


Figure 1: Average temperature and precipitation of 2016 and 2017 in the municipality of Pelotas of the Embrapa Temperate Climate experimental station, RS, Brazil.

Table 1: Interaction among thinning methods and peach genotypes on a % of thinning, average yield per plant and estimated yield per hectare in 2016, in the municipality of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

2016			
	Manual fruit thinning	Carpa Electro [®]	Trimmer
Thinning (%)			
Cascata 1513	38.13 aB	59.45 aA	57.50 aA
Cascata 1429	32.72 aB	57.23 aA	61.73 aA
Cascata 1067	34.12 aA	48.11 aA	33.84 bA
CV (%)	15.61		
Production per plant (Kg)			
Cascata 1513	13.01 aB	16.31 aAB	18.20 aA
Cascata 1429	10.55 aA	7.34 cB	9.64 bA
Cascata 1067	11.38 aB	12.65 bAB	14.98 aA
CV (%)	13.42		
Estimated Production (t ha ⁻¹)			
Cascata 1513	17.35 aB	21.74 aAB	24.26 aA
Cascata 1429	14.06 aA	9.78 cB	12.86 bA
Cascata 1067	15.17 aB	16.87 bAB	19.97 aA
CV (%)	13.42		

C.V. (%) Coefficient of variation. * Averages followed by distinct lowercase letters in the same column and averages followed by distinct uppercase letters in the same row differ by Tukey test at 5% probability of error.

Table 2: Percentage of flower thinning, average yield per plant and estimated yield per hectare in 2017, in the municipality of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

Genotype	2017		
	Flower thinning (%)	Average production per plant (Kg)	Estimated Production (t ha ⁻¹)
Cascata 1513	48.69 ns	13.08 a	17.44 a
Cascata 1429	55.81	11.61 b	15.48 b
Cascata 1067	41.44	11.03 b	14.71 b
Thinning Method			
Manual fruit thinning	27.59 b	11.79 ns	15.72 ns
Carpa Electro [®]	52.21 a	11.96	15.94
Trimmer	55.14 a	11.98	15.97
CV (%)	22.48	21.98	21.98

C.V. (%) Coefficient of variation. * Averages followed by distinct lowercase letters in the column differ from each other by the Tukey test at 5% probability of error. * ns (not significant) at 5% probability of error.

Table 3: Number of fruits and average fruit mass of three peach genotypes submitted to different thinning methods in 2016 and 2017, in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

Genotype	Number of fruits per plant		Average fruit mass (g)	
	2016	2017	2016	2017
Cascata 1513	218.42 a	195.08 a	79.19 c	69.57 c
Cascata 1429	76.15 c	55.08 c	129.79 a	130.54 a
Cascata 1067	150.23 b	118.08 b	94.53 b	95.23 b
Thinning method				
Manual fruit thinning	124.16 ns	104.80 ns	104.14 ns	112.84 ns
Carpa Electro [®]	158.30	128.09	95.32	85.52
Trimmer	162.34	136.06	95.62	96.97
CV (%)	29.33	22.48	16.76	19.34

C.V. (%) Coefficient of variation. * Averages followed by distinct lowercase letters in the column differ from each other by the Tukey test at 5% probability of error. *ns (not significant) at 5% probability of error.

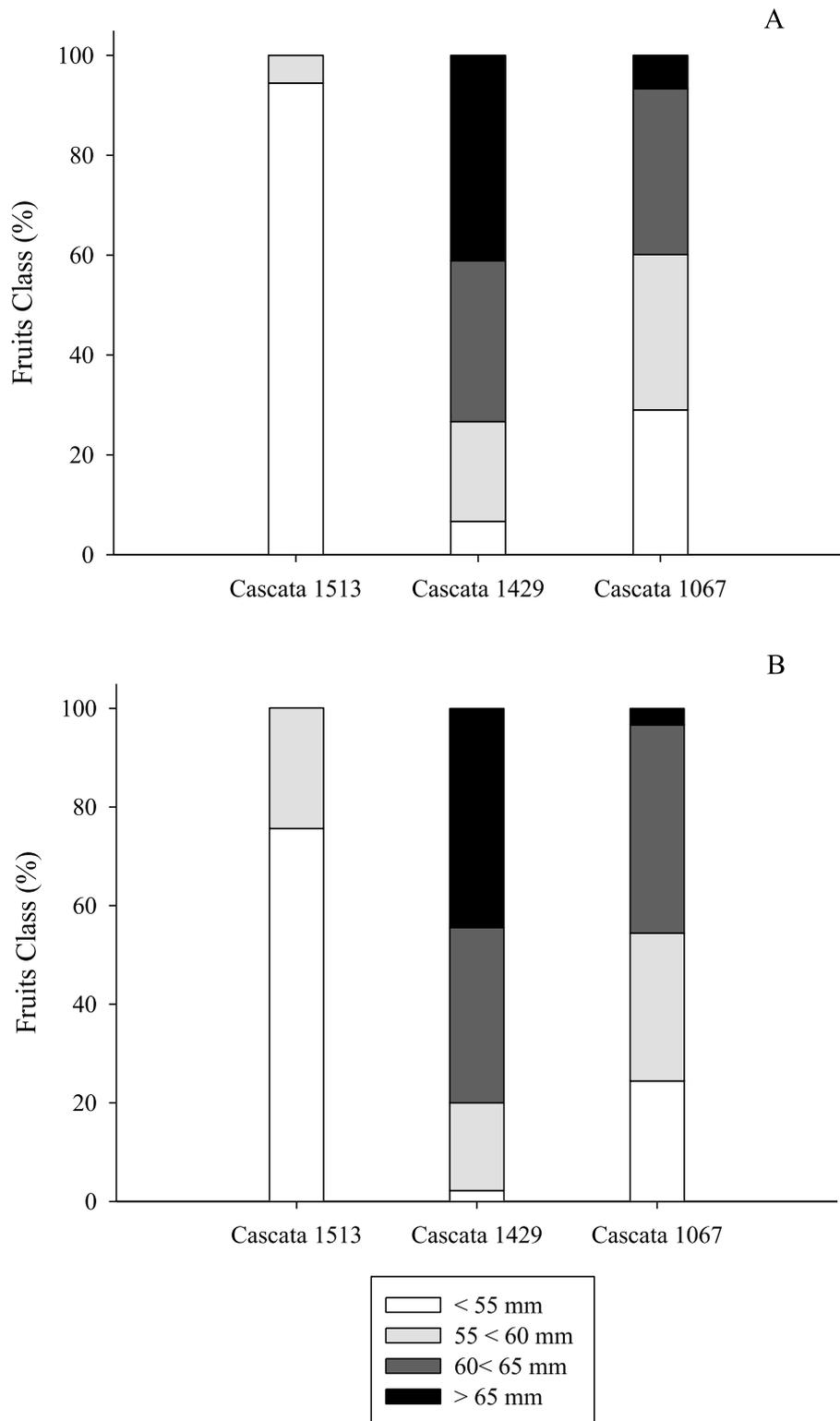


Figure 2: Fruits Class by diameter <55mm, 55mm to <60mm, 60mm to <65mm and > 65mm of peach genotypes in the city of Pelotas in 2016 (A) and 2017 (B), Rio Grande do Sul, Brazil. Brazil.

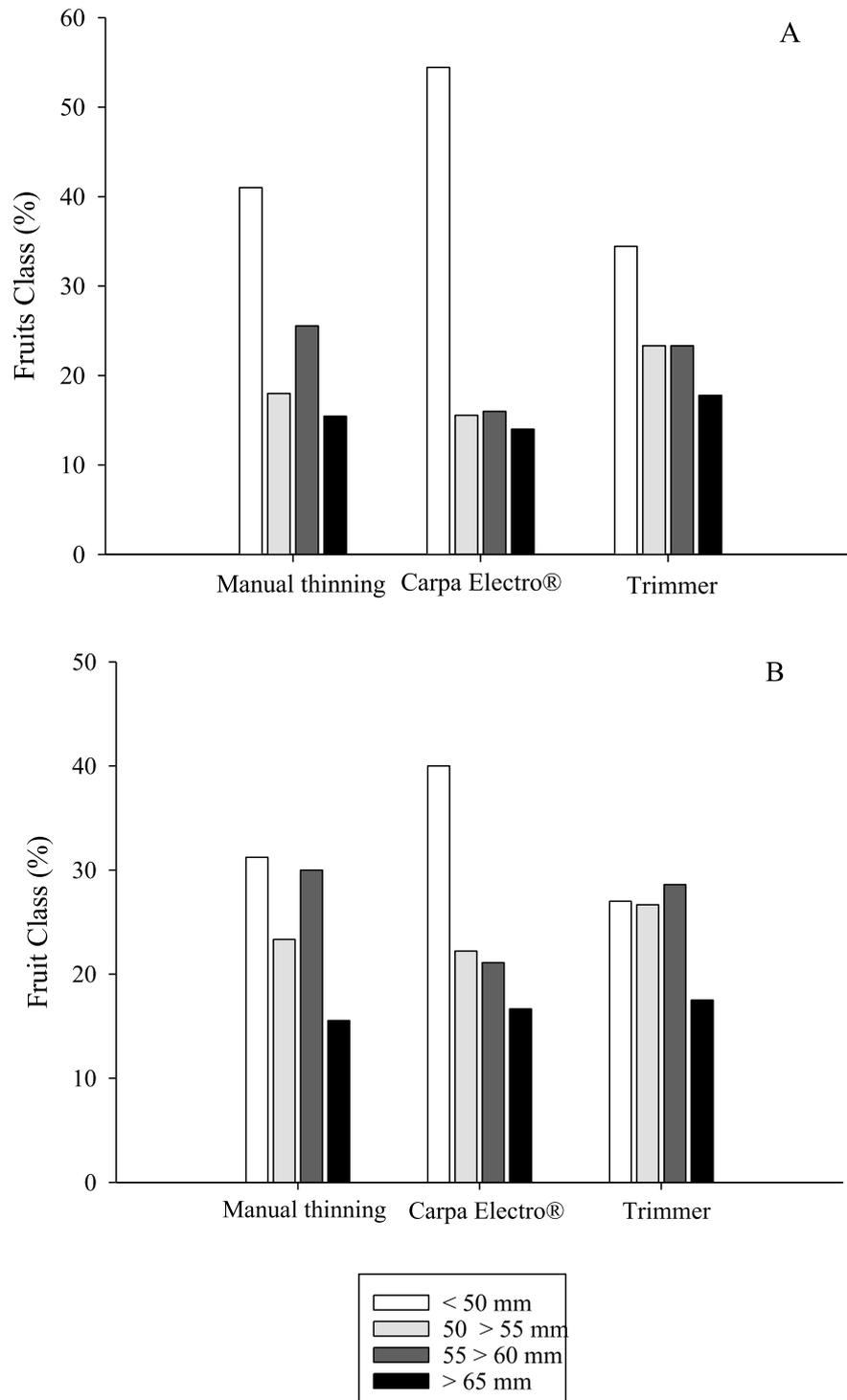


Figure 3: Fruits Class by diameter <55mm, 55mm to <60mm, 60mm to <65mm and > 65mm of peach genotypes submitted to mechanical flower thinning with different equipment and manual fruit thinning in the city of Pelotas in 2016 (A) and 2017 (B), Rio Grande do Sul, Brazil.

4.2 Artigo 2

Raleio mecânico como alternativa no cultivo de pessegueiros

Caroline F. Barreto, Leticia V. Ferreira, Renan Navroski, José F. M. Pereira e Luis E. C. Antunes

Publicado na Revista de Ciências Agrárias, v.42, n.2, p. 502-508, 2019.

Raleio mecânico como alternativa no cultivo de pessegueiros

Mechanical thinning as an alternative in the cultivation of peach trees

Caroline F. Barreto^{1,*}, Leticia V. Ferreira², Renan Navroski¹, José F. M. Pereira³ e Luis E. C. Antunes³

¹ Departamento de Agronomia, Fruticultura de Clima Temperado, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, Brasil.

² Eng. Agrônoma e doutora em Agronomia.

³ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Clima Temperado, Pelotas, Brasil.

(*e-mail: carol_fariasb@hotmail.com)

Resumo

Nas principais regiões produtoras de pêssgo, o raleio é executado de forma manual, exigindo elevada disponibilidade mão de obra e custo dessa prática. O raleio mecânico pode ser uma alternativa ao raleio manual de frutos. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do raleio mecânico com distintos equipamentos em pessegueiros. O experimento consistiu dos seguintes tratamentos: raleio manual de frutos, raleio mecânico de flores com o equipamento Carpa Electro[®], raleio mecânico de flores com o equipamento derriçadeira e raleio mecânico nos frutos com o equipamento derriçadeira. As variáveis avaliadas, a campo foram percentagem de queda de flores e frutos, frutificação efetiva, tempo de raleio, número de frutos por planta, massa média dos frutos e produção por planta. O raleio manual e o raleio mecânico de flores com o equipamento derriçadeira foram eficazes para aumentar a produção e o diâmetro dos frutos. O raleio mecânico de flores e frutos constituem-se como uma

alternativa ao raleio manual de pessegueiros, devido à capacidade de remoção e a redução de tempo para a realização da prática do raleio.

Palavras-chaves: remoção de flores e frutos, diâmetro de frutos, produção, *Prunus persica*.

Abstract

In the major peach producing regions, thinning is performed manually, this practice requires high labor availability and cost. Mechanical thinning may be an alternative to manual fruit thinning. In this way, the objective of this work was to evaluate the efficiency of mechanical thinning with different equipment hand conducted in peach trees. The experiment consisted of the following treatments: hand thinning, mechanical flower thinning with the Carpa Electro® equipment, mechanical flower thinning with the trimming equipment and mechanical thinning of the fruits with the trimming equipment. The variables evaluated in the field were percentage of flower and fruit removed, effective fruiting, thinning time, number of fruits per plant, average fruit mass and yield per plant. The hand thinning and mechanical thinning of the flowers with the trimming equipment are effective to increase the yield and fruit size. Mechanical thinning of flowers and fruits is an alternative to the manual peach tree thinning, due to the capacity of flower and fruit fall and the reduction of the time to thinning perform practice.

Keywords: flowers and fruits removal, fruit size, yield, *Prunus persica*.

Introdução

A cultura do pessegueiro no Brasil ocupa aproximadamente 17 mil hectares distribuídos principalmente entre a região Sul e Sudeste, sendo o estado do Rio Grande do Sul

o maior produtor de pêssegos com aproximadamente 12.442 hectares de área colhida e 117.000 toneladas destinadas para a indústria de conservas e ao mercado *in natura* (IBGE, 2018).

Na comercialização é primordial a produção de frutos com alto padrão de qualidade. Segundo Trevisan *et al.* (2010) entre os fatores que atraem os consumidores e são decisivos no momento da compra estão os atributos de tamanho, cor, ausência de defeitos e sabor. Essas características de qualidade estão diretamente relacionadas com a genética da cultivar, as condições edafoclimáticas e ao uso de técnicas culturais como podas, tratamentos fitossanitários, adubação e raleio (Gonçalves *et al.*, 2014; Raseira *et al.*, 2014).

Os pessegueiros apresentam floração abundante e elevada frutificação, produzindo uma quantidade de frutos superior à que a planta pode suportar. Neste sentido o raleio de flores ou frutos é uma prática de cultivo utilizada pelos produtores com a finalidade de melhorar a qualidade dos frutos, além de evitar alternância de produção, maximizando o valor da colheita (Osborne e Robinson, 2008; Turk *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2017), já que plantas que apresentam carga excessiva ocasionam frutos pequenos e de baixo valor comercial (Giovanaz *et al.*, 2016).

Nos pessegueiros, o raleio é realizado entre 40 e 50 dias após a plena floração e de forma manual (Oliveira *et al.*, 2017). Deste modo consegue-se fazer a seleção dos frutos, retirando-se os danificados, de menor tamanho e mal localizados na planta. O raleio necessita ser realizado num curto período, e quando feito manualmente exige alta demanda de mão de obra, resultando em elevado custo de produção (McArtney *et al.*, 2012; Simões *et al.*, 2013). Segundo Martin-Gorriz *et al.* (2010), o raleio de frutos quando realizado manualmente demora entre 25 a 30 minutos por árvore com custo de 3,43 e 4,11 euros por planta e Madail *et al.* (2002) observaram que na região sul do Rio Grande do Sul a necessidade média de mão

de obra para o raleio é de 40 dias de trabalho ha⁻¹, o que representa 21,29% do custo total de mão de obra.

O alcance de um novo patamar de produção de fruteiras, economicamente viável, envolve alternativas ao raleio manual. Deste modo, alguns estudos alternativos foram realizados com raleio mecânico (Martin-Gorriz *et al.*, 2011; Simões *et al.*, 2013) e químico em pessegueiro (Giovanaz *et al.*, 2016). Estes estudos procuraram substituir ou reduzir o tempo associado ao raleio manual, devido ao elevado custo para realização da prática e da baixa disponibilidade de mão de obra no sistema de produção de frutos em todo o mundo (McArtney *et al.*, 2012).

O raleio mecânico pode ser realizado por meio de plataformas tratorizadas e por dispositivos mecânicos manuais (Schupp *et al.*, 2008; Martin-Gorriz *et al.*, 2011; Simões *et al.*, 2013). Segundo Queiróz (2016) o raleio mecânico das flores tem como objetivo eliminar no raleio mecânico cerca de 50% das flores presentes e reduzir a quantidade de frutos que irão se desenvolver na planta. Com o raleio de flores pode haver maior distribuição de reservas para a divisão celular durante a fase de crescimento e assim resultar em maiores produções e calibre de frutos (Byers *et al.*, 2003). Uma estratégia que pode ser utilizada na realização do raleio mecânico é a utilização de dispositivos mecânicos manuais, os quais possibilitam o raleio em qualquer modo de condução de plantas (Martin-Gorriz *et al.*, 2010).

Tendo em consideração que na região sul do Brasil não existem pomares de pessegueiros implantados e formados de modo a permitir a mecanização desta operação e a reduzida disponibilidade de informação científica sobre o uso do raleio mecânico, é imprescindível a realização de pesquisas nessa área para o desenvolvimento e modernização das técnicas culturais associadas à produção frutícola. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do raleio manual e do raleio mecânico com distintos equipamentos na cultura dos pessegueiros.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no ciclo 2016 em área experimental da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. O clima da região caracteriza-se por ser temperado úmido com verões quentes conforme a classificação de Köppen, do tipo “Cfa” (Kottek *et al.*, 2006). A temperatura média, precipitação média e horas de frio durante o período do experimento foram coletadas da estação meteorológica da Embrapa Clima Temperado (Figura 1). Foram registradas 172 horas de frio, as quais foram calculadas com base nas temperaturas abaixo ou igual a 7,2°C (Herter *et al.*, 2014).

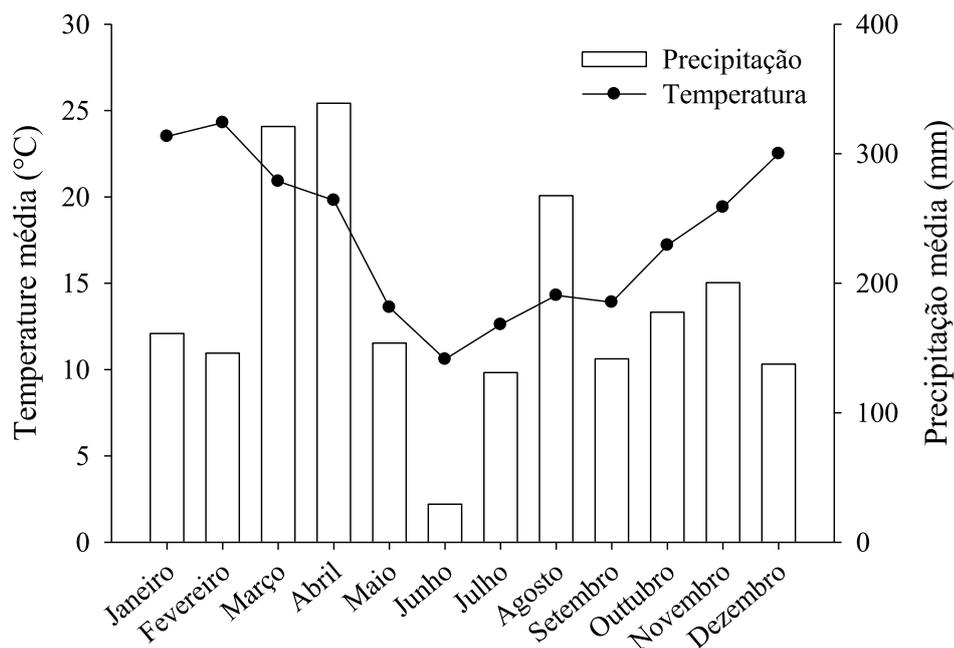


Figura 1 - Temperatura média e precipitação do ano de 2016 no município de Pelotas da Estação experimental da Embrapa Clima Temperado, RS, Brasil.

A cultivar utilizada foi a Maciel enxertada sobre o porta-enxerto Capdeboscq. O pomar foi implantado no ano 2005, no espaçamento de 3,0 m entre planta e 5,0 m na

entrelinha e com sistema de condução das plantas em vaso. A cultivar apresenta uma exigência em frio de 200 horas a 300 horas de acúmulo de frio hibernar e os frutos são destinados principalmente para a industrialização, mas possuem boa aceitação também no mercado de consumo *in natura* (Raseira *et al.*, 2014).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sendo que cada unidade experimental foi composta por duas plantas. O experimento consistiu dos seguintes tratamentos: 1) raleio manual dos frutos aos 40 dias após a plena floração (DAPF); 2) raleio mecânico de flores com equipamento da marca Carpa Electro[®] na plena floração; 3) raleio mecânico de flores com o equipamento derriçadeira na plena floração; 4) raleio mecânico de frutos com o equipamento derriçadeira aos 40 DAPF. O raleio manual foi realizado deixando de 10 cm a 15 cm de distância entre os frutos. A plena floração dos pessegueiros ocorreu no dia 28 de julho em 2016.

O raleio mecânico foi efetuado pela utilização de derriçadeira da marca Sthil composta de uma haste de 1,5 m e um par de garras de 0,39 m de comprimento (Figura 2A) e associada por motos a gasolina e pelo dispositivo manual Carpa Electro[®] - REF 30I31, que possui uma haste rotatória de 20 cm de comprimento, com anéis flexíveis de borracha que é ligado a uma bateria portátil (Figura 2B).



Figura 2 - Raleio mecânico manual nos pessegueiros efetuado por meio do dispositivo derriçadeira (A) e Carpa Electro[®] (B). (Fotos: Caroline Caroline Farias Barreto)

As variáveis avaliadas, no campo foram percentagem de queda determinada em seis ramos previamente selecionados aleatoriamente em cada planta e contado o número de flores ou frutos antes da realização do raleio e o número de flores ou frutos no momento da colheita (%); frutificação efetiva, através da marcação de seis ramos por planta, sendo contado o número de flores na plena floração e o número de frutos no momento da colheita (%); tempo de raleio, determinado pelo tempo gasto na execução de cada tratamento de raleio, cronometrado via relógio digital (minutos por planta); número de frutos por planta, obtido através da contagem dos frutos em cada planta (frutos planta⁻¹); produção por planta (kg planta⁻¹).

A colheita dos pêssegos foi realizada no calendário comercial em 10 de dezembro de 2016. Após a colheita foram retirados aleatoriamente 50 frutos para determinar a massa média dos mesmos (gramas) e foi ainda avaliada a distribuição percentual de frutos quanto ao calibre, sendo divididos em quatro classes: 60 mm a < 65 mm, 65 mm a < 70 mm, 70 mm a < 75 mm e ≥ 75 mm.

Os dados foram submetidos à análise de variância e à análise de médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do programa Sisvar software, version 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

Os tratamentos de raleio induziram a queda de flores ou frutos, observando-se menor intensidade o quando raleio foi realizado manualmente (38,75%) em comparação aos tratamentos de raleio de flor com o equipamento Carpa Electro (46,28%), raleio de flor (52,68%) e raleio de fruto (55,50%) com o equipamento derriçadeira (Quadro 1). A porcentagem de queda está de acordo com os valores indicados pela literatura, que recomenda eliminar de 50% a 60% das flores pelo raleio mecânico (Schupp *et al.*, 2008). De modo geral, pode-se observar que o uso dos equipamentos utilizados no raleio mecânico dos pessegueiros com equipamento manual demonstraram eficiência em realizar a queda de frutos e flores, além de reduzirem o tempo de realização da prática quando comparado ao raleio manual dos frutos (Quadro 1).

Quadro 1 - Porcentagem de raleio, frutificação efetiva e tempo de realização do raleio em pessegueiros ‘Maciel’ submetidos a diferentes métodos de raleio

Método de raleio	Queda de flores ou frutos (%)	Frutificação efetiva (%)	Tempo de realização do raleio (min.planta)
Raleio manual de frutos	38,75 b	46,90 a	9,0 a
Raleio de flor - Carpa Electro	46,28 ab	36,71 ab	3,5 b
Raleio de flor - Derriçadeira	52,68 a	35,03 ab	4,0 b
Raleio de fruto - Derriçadeira	55,50 a	32,29 b	3,7 b
CV (%)	9,29	17,16	9,37

CV (%) = Coeficiente de variação. *Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A frutificação efetiva foi maior nas plantas raleadas manualmente (46,90%) quando comparada as plantas submetidas ao raleio mecânico de frutos com equipamento manual realizado com derriçadeira (32,29%) (Quadro 1).

A realização do raleio manual nos pessegueiros necessitou de mais tempo em relação ao raleio mecânico manual de flores e frutos (Quadro 1). As maiores reduções do tempo para a realização do raleio dos pessegueiros ocorrem nas plantas raleadas com o equipamento Carpa Electro no raleio de flores, derriçadeira no raleio de flores e frutos, os quais corresponderem a 38,88%, 44,44% e 41,11% do tempo comparativamente ao raleio manual de frutos. Deste modo, com a redução do tempo de realização do raleio nos pessegueiro ocorre, conseqüentemente, o menor custo dessa atividade. Esses resultados corroboram aos encontrados em estudos em pessegueiros ‘Cresthaven’ (Marini, 2002) e ‘Carson’ (Martin-Gorriz *et al.*, 2010; Martin-Gorriz *et al.*, 2011), onde o raleio mecânico de flores e frutos reduziu o tempo total de trabalho. Conforme Simões *et al.* (2013) o uso de equipamento

mecânico manual para o raleio é relativamente simples e pode ser utilizado em qualquer sistema de condução de plantas. O raleio mecânico reduz o tempo e os custos com a operação, além de ser uma técnica ambientalmente segura (Miller *et al.*, 2011).

Em relação aos parâmetros produtivos, a produção por planta e massa média dos frutos apresentaram diferenças entre os tratamentos, no entanto, o número de frutos por planta não foi influenciado significativamente pelos tratamentos de raleio (Quadro 2). O raleio de flores realizado pelo equipamento derriçadeira e o raleio manual de frutos foram os tratamentos que proporcionaram maior produção por planta 29,64 kg/planta e 26,66 kg/planta, respectivamente (Quadro 2), sem diferenças significativas entre si. Além disso, o raleio de flores realizado com derriçadeira proporcionou maior massa média de fruto (Quadro 2) e maior percentagem de frutos na classe de calibre >75 mm (Quadro 3). A realização do raleio numa fase inicial do ciclo produtivo, na fase de floração, pode resultar em incremento no tamanho final dos frutos pelo fato de reduzir a competição inicial por carboidratos (El-Boray *et al.*, 2013). O aumento na massa média dos frutos com a antecipação do raleio também foi observado por Szot (2010) em macieiras e por Cittadini *et al.* (2013) em cerejeiras.

Quadro 2 - Produção por planta, número médio de frutos por planta e massa média por frutos de pessegueiros ‘Maciel’ submetidos a diferentes métodos de raleio

Método de raleio	Produção (kg/planta)	Número médio de frutos por planta	Massa média por fruto (g)
Raleio manual de frutos	26,66 a	185,54 ns	143,73 ab
Raleio de flor - Carpa Electro	20,40 b	154,46	132,09 b
Raleio de flor – Derriçadeira	29,64 a	179,73	164,96 a
Raleio de fruto – Derriçadeira	22,05 ab	171,80	134,14 b
CV (%)	13,99	23,63	8,43

CV(%) = Coeficiente de variação. *Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *ns (não significativo) a 5% de probabilidade de erro.

No entanto, plantas submetidas ao raleio de flores com o equipamento Carpa Electro apresentaram produção menor quando ao raleio de flores realizado com derriçadeira (Quadro 2). Esse fato provavelmente ocorreu devido ao equipamento Carpa Electro ter provocado menor queda de flores (Quadro 1) e a massa média dos frutos em relação ao equipamento derriçadeira (Quadro 2).

Porém, as condições climáticas da região de cultivo dos pessegueiros no Sul do Brasil devem ser consideradas para a eficiência do raleio de flores, pois além da possibilidade de geada tardia, a frutificação efetiva dos pessegueiros varia entre os anos de cultivos (Raseira *et al.*, 2014).

Conforme a Quadro 3, os frutos foram classificados em quatro classes, de acordo com o diâmetro. Na menor classe (< 65 mm) foi observada menor porcentagem de frutos para o raleio de flores feito por derriçadeira, mas não diferindo do raleio manual dos frutos. Nas

classes de 65 mm < 70 mm e 70 mm < 75 mm não houve diferença entre os tratamentos de raleio. A maior porcentagem de frutos na classe ≥ 75 mm foi observada nos frutos provenientes do raleio de flores com derriçadeira e no raleio manual dos frutos. O raleio quando realizado na floração pode possibilitar o aumento do diâmetro dos frutos (Byers *et al.*, 2003; Robinson e Osborne, 2008). Em pessegueiros, o raleio realizado na plena floração com remoção de 50% das flores e posterior ajuste da carga aos 42 dias após a plena floração, aumentou a porcentagem de frutos de maior diâmetro (Myers *et al.*, 2002). Segundo os autores, o raleio parcial de flores proporciona flexibilidade para gerir certos riscos, como a variabilidade na frutificação e ocorrência de geadas tardias.

Quadro 3 - Distribuição percentual da produção por classe de diâmetro dos frutos de pessegueiros ‘Maciel’ submetidos a diferentes métodos de raleio

Método de raleio	Classe de diâmetro de frutos (mm)			
	< 65	65 < 70	70 < 75	≥ 75
Raleio manual de frutos	25,50 ab	37,00 ns	20,00 ns	17,50 a
Raleio de flor - Carpa Electro	35,00 a	40,00	20,00	5,00 b
Raleio de flor – Derriçadeira	7,50 b	37,50	35,00	20,00 a
Raleio de fruto – Derriçadeira	37,50 a	40,00	15,00	7,50 b
CV (%)	30,54	27,57	33,19	32,66

CV (%) = Coeficiente de variação. *Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *ns (não significativo) a 5% de probabilidade de erro.

O raleio mecânico com equipamento manual pode ser alternativa de método de raleio dos pessegueiros, possibilitando a execução desta operação em menor tempo e, assim, reduzir

os custos de produção. Além do menor tempo de operação, os equipamentos testados nesse estudo podem ser utilizados em qualquer sistema de condução de plantas, e deste modo não necessitam que o pomar tenha sido implantado com a finalidade de mecanizar o sistema de cultivo.

Conclusão

O raleio mecânico com equipamento manual em pessegueiros pode ser uma alternativa ao raleio manual, pois é eficaz na redução de frutos e flores e na redução do tempo de realização desta operação cultura.

O raleio manual de frutos e o raleio mecânico de flores com o equipamento derriçadeira proporcionaram o aumento da produção por planta e o aumento da percentagem de frutos na classe de calibre ≥ 75 mm.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo e recursos financeiros e a EMBRAPA pelo apoio em infra-estrutura e logística na execução deste trabalho.

Referências bibliográficas

Byers, R.E.; Costa, G.; Vizzotto, G. (2003) - Flower and fruit thinning of Peach and other *Prunus*. *Horticultural Reviews*, v.28, p.351-392, 2003. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470650851.ch7>

Cittadini, E.D.; Balul, Y.J.; Romano, G.S.; Pugh, A.B. (2013) - Efecto de la intensidad y época de realización del raleo sobre el rendimiento y la calidad de fruto en el cultivo de cerezos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, v.39, n.1, p.51-59.

El-Boray, M.S.; Shalan, A.M.; Khouri, Z.M. (2012) - Effect of different thinning techniques on fruit set, leaf area, yield and fruit quality parameters of *Prunus persica* L. Batsch cv. Florida Prince. *Trends in Horticultural Research*, v.3, p.1-13.
<http://dx.doi.org/10.3923/thr.2013.1.13>

Giovanaz, M. A.; Fachinello, J. C.; Spagnol, D.; Weber, D.; Carra, B. (2016) - Gibberellic acid reduces flowering and time of manual thinning in 'Maciel' peach trees. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 38, n.2, p. e-692. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452016692>

Gonçalves, M.A.L.; Cocco, C.; Vignolo, G.K.; Picolotto, L.; Antunes, L.E.C. Efeito da intensidade de poda na produção e qualidade de frutos de pessegueiro (2014) - *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n.3, 742-747. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-225/13>.

Herter, F.G.; Wrege, M.S.; Tonietto L.; Flores, C.A. (2014) - Adaptação edafoclimática. In: Raseira, M. do C.B; Pereira, J.F.M.; Carvalho, F.L.C. (Ed.) – *Pessegueiro*. 1ª ed. Brasília, Embrapa Clima Temperado, 776 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=24&i=P.> Acessado em: 06 de janeiro de 2018.

Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B.; Rubel, F. (2006) - World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n.3, p.259–263. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>

Mcartney, S.J.; Obermiller, J.D.; Arellano, C. (2012) - Comparison of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. *HortScience*, v.47, n.4, p.509-514. . <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1042.20>

Madail, J.C.M.; Reichert, L.J.; DOSSA, D. *Análise de rentabilidade dos sistemas empresarial e familiar de produção de pêssego no sul do Rio Grande do Sul*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 43p. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 86.

Marini, R.P. (2002) - Heading fruiting shoots before bloom is equally effective as blossom removal in peach crop load management. *Hortscience*, v.37, n.4, p.642-646.

Martin-Gorriz, B.; Torregrosa, A.; Brunton, J.G. (2010) - Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. *Scientia Horticulturae*, v.125, n:4, p.658 - 665. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.05.025>

Martin-Gorriz, B.; Torregrosa, A.; Garcia-Brunton, J. (2011) - Feasibility of peach bloom thinning with hand-held mechanical devices. *Scientia Horticulturae*, v.129, n.1, p.91-97. [10.1016/j.scienta.2011.03.012](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.012)

Miller, S.; Schupp, J.; Baugher, T.; Wolford, S. (2011) - Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches. *Hortscience*, v. 46, n.1, p. 43–51.

Myers, S.C.; Savelle, A.T.; Tustin, D.S.; Byers, R.E. (2002) - Partial flower thinning increases shoot growth, fruit size, and subsequent flower formation of peach. *HortScience*, v.37, n.4, p.647- 650.

Oliveira P.D. de.; Marodin, G.A.B., Almeida, G.K. de A.; Gonzatto, M.P.; Darde, D.C. (2017) - Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on 'BRS Kampai' peach trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, n.11, p.1006-1016. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017001100006>

Osborne, J.L.; Robinson, T. (2008) - Chemical peach thinning: understanding the relationship between crop load and crop value. *New York Fruit Quarterly*, v.16, n.4, p.19-23.

Queirós, R.J.L.V. de. (2016) - *Estudo de alternativas à monda de frutos em ameixeira japonesa (Prunus salicina L.) na qualidade e pós-colheita dos frutos*. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade de Évora. 65p.

Raseira, M. do C.B; Pereira, J.F.M.; Carvalho, F.L.C. (2014) – *Pessegueiro*. 1ª ed. Brasília, Embrapa Clima Temperado, 776 p.

Schupp, J.J.; Baugher, T.; Auxt, Miller, S.S.; Harsh, R.M.; Lesser, K.M. (2008) - Mechanical thinning of peach and apple trees reduces labor input and increase fruit size. *Horticulture Technology*, v. 18, n.4, p.660-670.

Simões, M.P.; Vuleta, I.; Belusic, N. (2013) - Monda mecânica de flores com equipamento electro'flor em pessegueiros da cultivar 'Rich Lady'. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 363, n.3, p. 297-302.

Silva, F. de A.S.; Azevedo, C.A.V. de. (2016) - The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.39, p.3733-3740. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>

Szot, I. Flower and fruit thinning effects on the development and quality of 'Sampion' apple fruits (2010) - *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, v.18, n.2, p.129-138.

Trevisan, R.; Piana, C.F. DE B.; Treptow, R. de O.; Gonçalves, E.D.; Antunes, L.E.C. (2010) - Perfil e preferências do consumidor de pêssego (*Prunus persica*) em diferentes regiões produtoras no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 1, p. 90-100. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000011>

Turk, B.A.; Fajt, N.; Stopar, M. (2014) - Tergitol as a possible thinning agent for peach cv. Redhaven. *Horticultural Science*, v.41, n.2, p.49-54. <http://dx.doi.org/10.17221/22/2014-HORTSCI>.

4.3 Artigo 3

Raleio mecânico de frutos e flores em pessegueiros

Caroline Farias Barreto, Renan Navroski, Jorge Atilio Benati, José Francisco Martins Pereira, Marcelo Barbosa Malgarim, Luis Eduardo Correa Antunes

Artigo aceito na Revista de Ciências Agroveterinárias

Raleio mecânico de frutos e flores em pessegueiros

Mechanical thinning of fruits and flowers in peach trees

RESUMO

Técnicas que melhorem a eficiência do processo e reduzam o custo de operação são importantes ferramentas na redução dos custos. Dois dispositivos mecânicos foram utilizados para testar a eficiência no raleio de frutos e flores em pessegueiros e a influencia nas características produtivas e qualitativas dos frutos. O estudo foi realizado na cultivar Maciel em pomar comercial no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Os tratamentos foram: raleio mecânico de flores com o equipamento Carpa Electro® e “derrçadeira”, raleio mecânico de frutos com o equipamento “derrçadeira” e raleio manual de frutos. O raleio mecânico associado ao repasse manual em pessegueiros pode ser uma alternativa viável ao raleio manual, pois reduz o tempo de execução desta prática. Os dois equipamentos podem ser utilizados para o raleio mecânico, pois não alteraram a produção por planta, o número de frutos por planta, a massa dos frutos, diâmetro dos frutos, as características físico-químicas e os compostos bioativos dos frutos.

PALAVRAS-CHAVE: compostos bioativos, custo de raleio, produtividade, *Prunus persica*, qualidade dos frutos, raleio manual.

ABSTRACT

Techniques that improve the efficiency of the process and reduce the cost of operation are important tools in the reduction of the operational costs of the orchards. Two mechanical devices were used to test peach thinning efficiency and influence on production and quality characteristics. The experiment was conducted on ‘Maciel’ in a commercial orchard in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The treatments were: mechanical flower blossoms with the Carpa Electro® and “trimming” equipment; mechanical thinning of the fruits with the “trimming” equipment; and hand thinning of fruits. The mechanical thinning associated with hand thinning may be a viable alternative to manual thinning because it reduces the execution time. The two equipment’s can be used for mechanical thinning because didn't change the yield per plant, the number of fruits per plant, the fruit mass, fruit diameter, the physicochemical characteristics and the bioactive compounds of the fruits.

KEYWORDS: bioactive compounds, thinning cost, yield, fruit quality, *Prunus persica*, manual thinning.

As frutíferas de caroço apresentam florescimento abundante e elevada frutificação efetiva, produzindo uma quantidade excessiva de frutos e com baixo valor comercial (DESHMUKH et al. 2017; ASSIRELLI et al. 2018). Para reduzir essa carga de frutos, uma das práticas de manejo utilizada pelos produtores é o raleio de flores ou frutos, realizados de forma manual. Essa prática tem como objetivo melhorar a qualidade dos frutos e evitar alternância de produção (TURK et al. 2014; ASSIRELLI et al. 2018).

Nos pessegueiros, o raleio é realizado de forma manual entre 40 e 50 dias após a plena floração (OLIVEIRA et al. 2017). No entanto, essa é uma das práticas culturais mais onerosas na produção, pois é realizado em curto período de tempo e exige mão de obra qualificada para executá-la (BUSSI & GENARD 2014; ASSIRELLI et al. 2018). Segundo a estimativa de março de 2017 da Companhia Nacional de Abastecimento, a mão de obra representa 40,25% do custo total de produção de pêssegos no Brasil. O raleio manual de frutos pode levar em média 9 minutos por pessegueiro conduzido em sistema de vaso e com onze anos de idade (BARRETO et al., 2019), ocasionando em aumento de custos de produção de pêssegos (BUSSI & GENARD 2014).

Na tentativa de reduzir os custos de produção, outros métodos de raleio estão sendo estudados, incluindo produtos químicos e a remoção mecânica de flores e frutos (GIOVANAZ et al. 2016; BARRETO et al. 2018; ASSIRELLI et al. 2018). O raleio mecânico pode ser empregado para o cultivo de pessegueiros em virtude de ser uma prática rápida, através do uso de diferentes equipamentos e, assim, reduzir o custo e o tempo de trabalho (MARTIN-GORRIZ et al. 2011; SIMÕES et al. 2013; ASTEGGIANO et al. 2015).

O raleio mecânico em pessegueiros pode ser realizado por meio de plataformas tratorizadas e dispositivos mecânicos manuais. Este tipo de raleio tem sido utilizado em diversos países como Espanha, Canadá, Itália e Estados Unidos (MARTIN et al. 2010; MILLER et al. 2011; MARTIN-GORRIZ et al. 2011; SAUERTEIG & CLINE 2013; ASSIRELLI et al. 2018). Tendo em vista a falta de informações sobre o raleio mecânico em pessegueiros no Brasil, é necessário aprimorar os estudos para que a tecnologia possa ser aperfeiçoada e implementada de fato nos pomares brasileiros. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes equipamentos para a realização do raleio mecânico de flores e frutos de pessegueiros.

O experimento foi conduzido na safra de 2017 em pomar comercial, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil (31°32'07''S e 52°26'42''W). A cultivar copa utilizada foi a 'Maciel' enxertada sobre o porta-enxerto 'Capdeboscq'. O pomar foi implantado no ano

2011, no espaçamento de 3,0m entre planta e 5,0m na linha e com sistema de condução das plantas em vaso. A temperatura média, precipitação média e horas de frio durante o período de experimento foram coletadas da estação meteorológica da Embrapa Clima Temperadas na estação experimental da Cascata (Figura 1). No ano de 2017 foram registadas 198 horas de frio as quais foram calculadas com base nas temperaturas abaixo ou igual a 7,2°C.

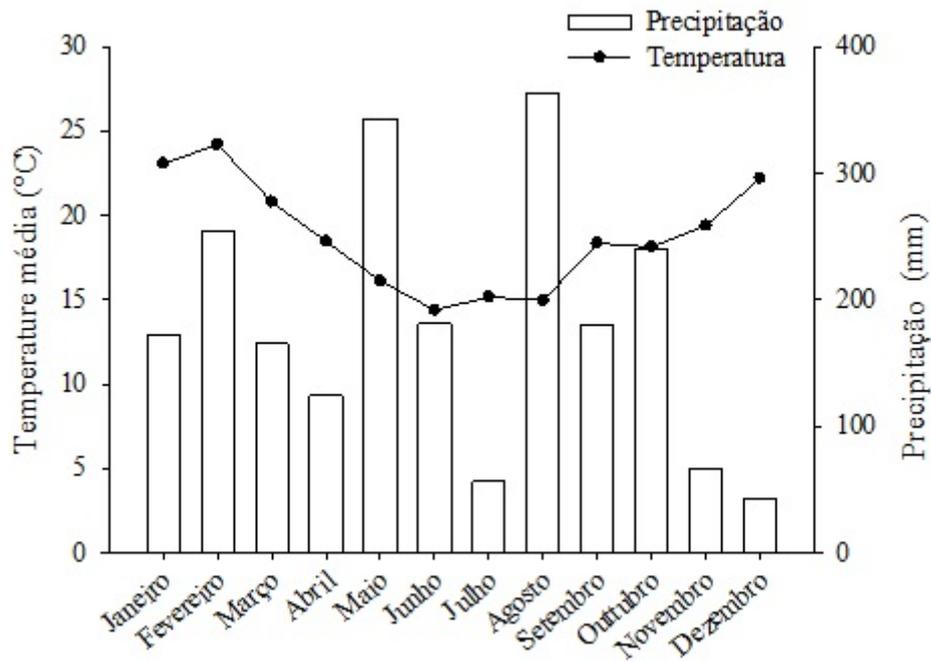


Figura 1. Temperatura e precipitação média mensal no ano de 2017 para o município de Pelotas, RS, Brasil.

Figure 1. Average monthly temperature and precipitation in the year 2017 for the municipality of Pelotas, RS, Brazil.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições de duas plantas por parcela. Os tratamentos foram: raleio manual dos frutos aos 40 dias após a plena floração (DAPF); raleio mecânico de flores na plena floração com o uso do equipamento Carpa Electro®; raleio mecânico de flores na plena floração com o uso do equipamento “derriçadeira”; raleio mecânico dos frutos aos 40 DAPF com o uso do equipamento “derriçadeira”. A plena floração foi considerada quando 50% das flores dos pessegueiros estavam abertas e o raleio manual dos frutos ocorreu quando estes estavam com aproximadamente 20 mm de diâmetro. Após a realização do raleio mecânico nos pessegueiros foi realizado o repasse do raleio de forma manual aos 40 DAPF.

O raleio mecânico foi efetuado pelo dispositivo manual Carpa Electro®, que possui uma haste rotatória de 20 cm de comprimento, com anéis flexíveis de borracha que é ligado a uma bateria portátil (Figura 2A) e o equipamento “derrichadeira” da marca Sthil composta de um motor a gasolina, haste de 1,5 m e um par de garras de 0,39 m de comprimento (Figura 2B). O raleio manual foi realizado deixando de 10 a 15 cm de distância entre os frutos. A plena floração dos pessegueiros ocorreu no dia 09 de agosto em 2017.



Figura 2. Equipamentos Carpa Electro® (A) e “derrichadeira” (B) usados no raleio mecânico de flores e frutos de pessegueiros. (Fotos: Caroline Farias Barreto).

Figure 2. Equipment Electro® Carp (A) and “trimming” (B) used in the mechanical thinning of flowers and peach fruits. (Photos: Caroline Farias Barreto).

Para avaliar a eficiência agrônômica, analisou-se: porcentagem de queda de flores/frutos, determinada em seis ramos previamente selecionados aleatoriamente em cada planta pela contagem do número de flores/frutos antes e após a realização do raleio; tempo de raleio e repasse manual, determinado pelo tempo gasto na execução de cada tratamento, cronometrado com auxílio de relógio digital (min. planta⁻¹); tempo total de trabalho gasto, determinado pelo tempo de raleio + tempo de repasse manual (min. planta⁻¹); número de frutos por planta no momento da colheita (no frutos planta⁻¹); produção por planta (Kg planta⁻¹).

Após a colheita, foram selecionados aleatoriamente 50 frutos por repetição para avaliar a massa média dos mesmos (gramas); coloração da epiderme, realizada com auxílio do colorímetro marca Minolta CR-300®, com fonte de luz D65, onde se realizaram leituras de “L” (luminosidade), “a*”, “b*” e a matiz ou tonalidade cromática representada pelo “ângulo hue”; à firmeza da polpa, medida com penetrômetro manual, marca TR TURONI-Italy,

modelo 53205 com ponteira de 8 mm, em dois pontos opostos na região equatorial dos frutos sem casca, sendo os resultados expressos em Newtons; sólidos solúveis (SS), obtidos com o refratômetro digital da marca Atago®, sendo os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2005); acidez titulável (AT), quantificada em 10 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada e titulados Quimus pHmeter, sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico (Adolfo Lutz Instituto (2008).

Para determinação dos fitoquímicos da polpa dos pêssegos foram realizadas as seguintes análises: compostos fenólicos totais, determinados pelo método baseado na reação com o reagente Folin-Ciocalteu com adaptação de SINGLETON & ROSSI (1965), sendo o resultado expresso em mg equivalente de ácido gálico em 100 g de amostra; atividade antioxidante, determinada pelo método do radical DPPH adaptado de BRAND-WILLIAMS et al. (1995) e os resultados expressos mg equivalente trolox 100 g⁻¹ peso fresco.

Os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística, os efeitos dos raleios foram comparados pelo teste de Tukey. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa Sisvar software, versão 5.6 (Ferreira, 2014).

O raleio mecânico com os equipamentos Carpa Electro® e “derriçadeira” proporcionaram a queda das flores de forma similar (Tabela 1). Esse percentual de queda de flores encontra-se na faixa reportada por SAUERTEIG & CLINE (2013) e ASSIRELLI et al. (2018) que eliminaram de 42% a 75% das flores de pessegueiro no raleio mecânico. O raleio nos frutos com o equipamento “derriçadeira” obteve maior intensidade de raleio em comparação ao raleio manual de frutos (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de queda de flores e frutos, tempo de raleio, tempo de repasse manual, tempo total gasto com raleio de pessegueiros ‘Maciel’ raleados manualmente e mecanicamente

Table 1. Percentage of flower and fruit drop, thinning time, manual transfer time, total time spent with the thinning of manually and mechanically thinned ‘Maciel’ peach trees

Métodos de raleio	Porcentagem de queda de flores (%)	Porcentagem de queda de frutos (%)	Tempo de raleio	Tempo de repasse manual (min. planta ⁻¹)	Tempo total gasto com raleio
Raleio manual	-	36,72 b	27,35 a	0,00 b	27,35 a
RF Carpa Electro [®]	55,48 ^{ns}	-	10,92 b	4,50 a	15,46 a
RF “Derriçadeira”	54,16	-	3,90 c	4,59 a	8,49 b
RFR “Derriçadeira”	-	59,38 a	4,07 c	3,44 a	7,51 c
CV (%)	11,56	16,52	9,15	22,89	8,48
p	0,777	0,006	0,001	0,001	0,001

Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo. RF = raleio de flores; RFR= raleio de frutos.

O raleio manual dos frutos necessitou do maior tempo para a execução (27,35 minutos), entretanto verificaram-se menores tempos no raleio mecânico na flor e no fruto com a “derriçadeira” (3,90 e 4,07 minutos) (Tabela 1). BUSSI & GENARD (2014) verificaram tempo semelhante para o raleio manual de pêssegos, levando entre 15 e 30 minutos por planta. MARTIN et al. (2010) também verificaram que o raleio manual exige maior tempo para execução em relação ao raleio mecânico, evidenciando que o raleio manual dos frutos encarece os custos de produção.

No repasse manual do raleio não houve diferenças no tempo de execução nas plantas raleadas mecanicamente (Tabela 1). O raleio mecânico na floração dos pessegueiros com o equipamento Carpa Electro[®] reduziu em 43,47% o tempo total gasto com raleio quando comparado ao manual. Contudo, o tempo total gasto com o equipamento “derriçadeira” no raleio de flores e frutos reduziram em 68,95% e 72,54%, respectivamente, em relação ao raleio manual dos frutos.

Verificou-se que, independente do equipamento, o raleio mecânico nos pessegueiros proporciona economia de tempo para a execução dessa prática. Esses resultados estão de

acordo com MARTIN-GORRIZ et al. (2011), SAUERTEIG & CLINE (2013) e ASSIRELLI et al. (2018) que evidenciam que o raleio mecânico de flores e frutos em pessegueiro reduz o tempo total de trabalho, em pomares na Espanha, Canadá e Itália.

No raleio mecânico de frutos com o equipamento “derriçadeira” foi possível realizar em média três plantas, enquanto se realiza uma planta no raleio manual. Portanto, a redução do tempo da execução do raleio é positiva, visto que há relação direta com a redução dos custos. Além do menor tempo de operação, os equipamentos testados nesse estudo podem ser utilizados em qualquer sistema de condução de plantas por serem dispositivos mecânicos manuais. Os equipamentos testados nesse estudo podem ser utilizados nas condições dos pomares brasileiros, mesmo que os pomares não tenham sido implantados visando a mecanizar o sistema de cultivo.

Em relação aos parâmetros produtivos do pessegueiro, a produção por planta, número de frutos por planta, a massa média dos frutos e diâmetro dos frutos não se observou diferenças entre o raleio mecânico e manual dos frutos (Tabela 2). Em outros estudos, o raleio mecânico dos pessegueiros não alterou a produção por planta (MARTIN-GORRIZ et al. 2011) e número de frutos por planta (MARTIN et al. 2010). Portanto, verifica-se a eficiência dos equipamentos testados neste estudo em reduzir o número de flores e frutos, mas sem alterar os índices produtivos.

Tabela 2. Produção por planta, número de frutos, massa dos frutos, diâmetro dos frutos de pessegueiros ‘Maciel’ raleados manualmente e mecanicamente

Table 2. Production per plant, number of fruits, fruit mass, fruit diameter of 'Maciel' peach manually and mechanically thinned

Métodos de raleio	Produção por planta (Kg)	Número de frutos	Massa dos frutos (g)	Diâmetro dos frutos (mm)
Raleio manual	110,98 ^{ns}	847 ^{ns}	129,43 ^{ns}	65,05 ^{ns}
RF Carpa Electro [®]	99,23	788	128,76	64,85
RF “Derriçadeira”	96,26	632	155,02	66,75
RFR “Derriçadeira”	106,83	734	145,89	66,60
CV (%)	19,09	17,46	13,83	3,61
p	0,707	0,178	0,204	0,564

Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo. RF = raleio de flores; RFR= raleio de frutos.

Os parâmetros de qualidade dos pêssegos (físico-químicas e compostos bioativo) não modificaram quando provenientes de plantas raleadas mecanicamente e manualmente (Tabela 3). Segundo SAUERTEIG & CLINE (2013) a firmeza e os sólidos solúveis dos frutos também não foram alterados quando se realizou o raleio mecânico em flores de pessegueiros. O método de raleio não alterou a qualidade dos pêssegos neste estudo, deste modo, sugere-se que a qualidade pode variar devido a outros fatores, como cultivar (FERREIRA et al., 2016), porta-enxerto (BARRETO et al. 2017) irrigação, exposição à luz solar (ALCOBENDAS et al. 2013) e adubação (FERREIRA et al. 2016).

Tabela 3. Coloração da epiderme (CE), sólidos solúveis (SS), firmeza de polpa (FP), acidez titulável (AT), fenóis totais (FE) e atividade antioxidante (AA) de pessegueiros ‘Maciel’ raleados manualmente e mecanicamente

Table 3. Coloration of the epidermis (CE), soluble solids (SS), pulp firmness (PF), titratable acidity (AT), total phenols (CP) and antioxidant activity (AA) of manually and mechanically thinned ‘Maciel’ peaches

Métodos de raleio	CE (°Hue)	SS (°Brix)	FP (N)	AT ¹	FE ²	AA ³
Raleio manual	88,90 ^{ns}	11,55 ^{ns}	22,05 ^{ns}	0,66 ^{ns}	56,23 ^{ns}	214,37 ^{ns}
RF Carpa Electro [®]	88,72	11,40	18,04	0,59	48,81	152,90
RF “Derriçadeira”	88,79	10,50	21,05	0,60	44,24	183,80
RFR “Derriçadeira”	87,31	11,65	20,13	0,47	58,50	214,28
CV (%)	1,27	6,92	13,42	14,71	20,11	17,64
p	0,205	0,196	0,247	0,367	0,242	0,071

Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo. RF = raleio de flores; RFR= raleio de frutos. ¹ porcentagem de ácido cítrico/100 g fruta; ² mg equivalente ácido gálico 100 g⁻¹ peso fresco. ³ mg equivalente trolox 100 g⁻¹ peso fresco.

O raleio mecânico associado com o raleio manual nos pessegueiros demonstrou ser uma alternativa viável ao raleio manual de frutos e reduz o tempo de execução desta prática. Ambos os equipamentos testados nesse estudo podem ser utilizados para a realização do raleio em pessegueiros, pois não alteram os índices produtivos e qualidade dos frutos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo e a EMBRAPA pelo apoio em infraestrutura e logística.

REFERÊNCIAS

- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry 2005. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 18th ed. Washington, AOAC.
- ALCOBENDAS R et al. 2013. Effects of irrigation and fruit position on size, colour, firmness and sugar contents of fruits in a mid-late maturing peach cultivar. *Scientia Horticulturae* 164:340–347.
- ASSIRELLI A et al. 2018. Evaluation of the detachment force needed for mechanical thinning of green peach fruits. *Sustainability* 10:2291.
- ASTEGGIANO L et al. 2015. Bloom mechanical thinning improves fruit quality and reduces production costs in peach. *Acta Horticulturae* 1084:389-394.
- BARRETO CF et al. 2019. Raleio mecânico como alternativa no cultivo de pessegueiros *Revista de Ciências Agrárias* 42:502-508.
- BARRETO CF et al. 2017. Agronomic performance of the Maciel peach with different rootstocks. *Semina: Ciências Agrárias* 38:1217-1228.
- BARRETO CF et al. 2018. Effect of chemical thinning using 6-benzyladenine (BA) on Maciel peach (*Prunus persica* L.). *Australian Journal of Crop Science* 12:980-984.
- BRAND-WILLIAMS W et al. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie – Food Science and Technology* 28:25-30.
- BUSSI C & GENARD M 2014. Thinning and pruning to overcome alternate bearing in peach trees. *European Journal of Horticultural Science* 79:313-317.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Custo de produção de pessegueiro. <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/405-planilhas-de-custos-de-producao-culturas-permanentes?start=10>. 29 Apr. 2019.
- DESHMUKH NA et al. 2017. Effect of thinning time and fruit spacing on fruit maturity, yield, size, peel colour and quality attributes of peach cv. Flordasun. *Journal of Horticulture* 74:45-50.

- FERREIRA LV et al 2016. Qualidade de pêssegos submetidos à adubação nitrogenada. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 17:231-240.
- FERREIRA DF 2014. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia (Lavras)* 38:109-112
- GIOVANAZ MA et al. 2016. Gibberellic acid reduces flowering and time of manual thinning in ‘Maciel’ peach trees. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38:1-10.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4th ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- MARTIN B et al. 2010. Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. *Scientia Horticulturae* 125:658-665.
- MARTIN-GORRIZ B et al. 2011. Feasibility of peach bloom thinning with hand-held mechanical devices. *Scientia Horticulturae* 129:91-97.
- MILLER SS et al. 2011. Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches. *Hortscience* 46:43–51.
- OLIVEIRA PD et al. 2017. Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on ‘BRS Kampai’ peach trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52:1006-1016.
- SAUERTEIG KA & CLINE JA. 2013. Mechanical blossom thinning of ‘Allstar’ peaches influences yield and quality. *Scientia Horticulturae* 160:243–250.
- SIMÕES MP et al. 2013. Monda mecânica de flores com equipamento electro’flor em pessegueiros da cultivar ‘Rich Lady’. *Revista de Ciências Agrárias* 363:297-302.
- SINGLETON VL & ROSSI JAJR. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16:144-158.
- TURK BA et al. 2014. Tergitol as a possible thinning agent for peach cv. Redhaven. *Horticultural Science* 41:49-54.

4.4 Artigo 4

Adubação nitrogenada na produtividade e composição mineral de genótipos de pessegueiros

Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fruticultura

Adubação nitrogenada na produtividade e composição mineral de genótipos de pessegueiros

Resumo: Entre os fatores que afetam a produtividade dos pessegueiros está a nutrição adequada das plantas, sendo o nitrogênio (N) um dos nutrientes primordiais para a cultura. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada de manutenção nos teores foliares de macronutrientes, no desenvolvimento das plantas e na produção de diferentes genótipos de pessegueiros cultivados em alta densidade de plantio, buscando-se recomendar a dose mais adequada. O experimento foi conduzido entre 2016 e 2018 com seleções avançadas de pessegueiros ‘Cascata 1513’ e ‘Cascata 1067’ e doses de adubação nitrogenada foram de 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N. Avaliou-se: massa de poda, diâmetro de tronco, número de frutos por planta, massa dos frutos, produção por planta, produtividade por hectare e macronutrientes nas folhas. A aplicação de 180 kg ha⁻¹ de N em pomares adensados promove maior crescimento vegetativo e produtividade do que as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N. O incremento das doses de N aumenta o teor do N nas folhas.

Termos para indexação: crescimento vegetativo, número de frutos, *Prunus persica*, teor foliar.

Nitrogen fertilization on yield and mineral composition of peach genotypes

Abstract: Among the factors that affect the peach productivity is the proper nutrition of plants, being nitrogen (N) one of the main nutrients for the crop. Thus, the objective of the present work was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on macronutrient leaf contents, plant development and production of different genotypes of peach trees cultivated at high planting density, seeking to recommend the most appropriate dose. The experiment was conducted between the seasons of 2016 and 2018 using peach selections ‘Cascata 1513’ and ‘Cascata 1067’. The nitrogen fertilization rates were 0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹ of N. Pruning mass, trunk diameter, number of fruits per plant,

average fruit mass, yield per plant, yield per hectare and leaf macronutrients were evaluated. The application of 180 kg ha⁻¹ of N in dense orchards promotes higher vegetative growth and yield than 60 and 120 kg ha⁻¹ of N. The increase of N doses increases the N content in leaves.

Index terms: vegetative growth, number of fruits, *Prunus persica*, leaf content.

Introdução

A obtenção de elevada produtividade nos pomares de pessegueiro está diretamente ligada à nutrição adequada das plantas e ao material genético das cultivares. Entre os nutrientes essenciais para os pessegueiros destaca-se o nitrogênio (N) (DOLINSKI et al., 2019; TOSSELLI et al., 2019). Este nutriente desempenha funções específicas nas plantas, como constituição de aminoácidos e proteínas, regulação de reações metabólicas e constituinte dos cloroplastos (TAIZ et al., 2017).

Existe a necessidade de definir a dose adequada de N a ser aplicada nos pomares de acordo com a região e tipo de solo, garantindo equilíbrio nutricional das plantas e mantendo a relação do crescimento vegetativo e produtivo. Excessos de N podem estimular o crescimento vegetativo dos pessegueiros (ROMBOLÀ et al., 2012; DELLA BRUNA & BACK, 2014; FERREIRA et al., 2018a), susceptibilidade a doenças fúngicas (ROMBOLÀ et al., 2012) e atrasar a maturação dos frutos (RUFAT et al., 2011), enquanto, a deficiência de N pode afetar a fotossíntese (LEAL et al., 2007; TAIZ et al., 2017).

A recomendação do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS – RS/SC, 2016) para a quantidade de nitrogênio na fase de produção em pessegueiros é baseada no teor do nutriente nas folhas e na produtividade esperada, não considerando o aumento da densidade de plantio. Assim, presume-se que a alta densidade requer o uso de doses mais altas de N (FERREIRA et al., 2018a).

Neste contexto se insere a importância de estudos de adubação na cultura do pessegueiro, fazendo uso de insumos de forma racional, considerando a

sustentabilidade ambiental e econômica da cultura. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada de manutenção na composição mineral das folhas, no desenvolvimento das plantas e na produção de dois genótipos de pessegueiros cultivados em alta densidade de plantio, buscando-se recomendar a dose mais adequada.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas safras de 2016, 2017 e 2018, na área experimental da Embrapa Clima Temperado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (31° 40' 41.29" S e 52° 26' 22.05" W e altitude de 70m). O pomar foi implantado no ano de 2012, sendo as plantas conduzidas no sistema em *ipsilon*. O espaçamento entre linhas foi de 5m e de 1,5m entre plantas, totalizando uma densidade de 1.333 plantas ha⁻¹. O solo do local era moderadamente profundo com textura média no horizonte A e argilosa no horizonte B, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2006).

A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo “cfa” - clima sub tropical úmido, ou seja, é temperado úmido com verões quentes (ALVARES et al., 2013). Dados de temperatura média, precipitação e as horas de frio durante o período do experimento foram coletadas pela estação automática meteorológica da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas, RS (Figura 1A e 1B). As horas de frio foram calculadas com base nas temperaturas abaixo ou igual a 7,2°C e totalizaram 172 horas de frio no ano de 2016, 77 horas de frio para o ano de 2017 e 143 horas de frio no ano de 2018.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4 (duas seleções de pessegueiros e quatro doses de nitrogênio), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por quatro plantas, sendo as duas plantas centrais consideradas como úteis para fins de avaliação. Os genótipos utilizados foram duas seleções avançadas de pessegueiros do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado ‘Cascata 1513’ e ‘Cascata 1067’. Estas seleções apresentam potencial para serem comercializadas devido à sua

intensa cor vermelha na epiderme, o que é atraente para os consumidores. Além disso, a seleção Cascata 1513 apresenta excelente crocância. As doses de N utilizadas foram 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹, aplicadas sobre a superfície do solo, na faixa de projeção da copa das plantas e sem incorporação. Como fonte de N utilizou-se a ureia a 45%. A aplicação de N foi dividida em três épocas, sendo 50% da dose aplicada em plena floração, 30% após o raleio e 20% após a colheita. Todas as parcelas receberam doses iguais de potássio (K) e fósforo (P), conforme quantidades e épocas de aplicação recomendadas pela CQFS – RS/SC (2016).

As análises físico-químicas do solo, realizadas antes da instalação do experimento, apresentaram os seguintes resultados: pH em água de 5,8; 17,9 mg dm⁻³ de P; 3,4 cmol_c dm⁻³ H+Al; 155 mg dm⁻³ de K; 1,4 cmol_cdm⁻³ de Ca; 0,6 cmol_c dm⁻³ de Mg; 260 e 140 g kg⁻¹ de argila e matéria orgânica, respectivamente. A análise foliar das plantas antes no experimento apresentava: 2,8% de N; 0,32% de P; 2,0% de K; 1,65% de Ca; 0,55% de Mg; 74,31 mg kg⁻¹ de Fe; 109,5 mg kg⁻¹ de Mn e 17,5 mg kg⁻¹ de Zn.

As seguintes variáveis foram analisadas nas plantas durante os três anos: peso verde da poda, representado pelo peso do material removido das plantas durante dois períodos de poda separados (poda de verão e inverno), expresso em gramas por planta; diâmetro do tronco, obtido a partir de duas medições, realizado com paquímetro digital a 20 cm de altura acima do solo; número de frutos por planta, obtido através da contagem dos frutos em cada planta na colheita (frutos planta⁻¹); produção por planta (kg planta⁻¹); produção estimada por hectare (t ha⁻¹).

Após a colheita, 20 pêssegos por repetição foram avaliados quanto ao seu diâmetro, com auxílio de paquímetro digital e os resultados expressos em milímetros e a massa média dos frutos, determinada pela pesagem dos frutos em balança digital sendo os resultados expressos em gramas (g).

Durante os três anos foram coletadas folhas completas (limbo + pecíolo) da parte média dos ramos do ano, nos diferentes lados das plantas, entre a 13^a e a 15^a semanas após a plena floração. Estas folhas foram secas em estufa, moídas e preparadas para análise dos teores totais de macro nutrientes (CQFS – RS/SC, 2016), segundo metodologia proposta por Carmo et al. (2000).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando o efeito para o fator qualitativo (genótipo) foi significativo, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade; e quando o fator quantitativo (doses de adubação nitrogenada) foi significativo, a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

Nos três anos de estudo, não houve interação entre os fatores (genótipo de pessegueiros e as doses de N) e nem diferenças entre os genótipos para o diâmetro do tronco, massa da poda verde e massa da poda de inverno. No entanto, constatou-se aumento linear desses parâmetros de acordo com o incremento das doses de N aplicadas no solo (Figura 2A, 2B, 2C). Esses resultados foram semelhantes aos observados por Della Bruna & Back (2014) e Ferreira et al. (2018a), os quais relataram que doses crescentes de N aumentam o desenvolvimento vegetativo de pessegueiros.

O número de frutos por planta aumentou linearmente de acordo com incremento das doses de N aplicadas no solo no ano de 2016 e 2018 (Tabela 1). No ano de 2017, a variável número de frutos teve interação dos fatores, sendo que a Seleção Cascata 1067 obteve maior número de frutos nas doses de 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹ de N em relação à Seleção Cascata 1513 (Tabela 2). Independente da cultivar, o número de frutos no ano de 2017 aumentou com o incremento das doses de N (Tabela 2). Segundo Nava et al. (2007), o aumento do número de frutos com o incremento das doses de N, deve-se à nutrição das gemas. Segundo esses mesmos autores o efeito exercido pelo N no aumento da taxa de pegamento de frutos está relacionado com seu papel na regulação da taxa fotossintética e da síntese de carboidratos, favorecendo a nutrição das gemas floríferas.

A adubação nitrogenada somente alterou a massa dos frutos no ano de 2018, sendo que a dose de aproximadamente 75 Kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou maior média para esta variável (Tabela 3). Esse resultado está de acordo com Ferreira et al. (2018a), os quais constataram que a dose de 70 kg ha⁻¹ de N aplicado via solo proporcionou a maior massa dos frutos.

A produção por planta e a produtividade aumentaram de acordo com o incremento das doses de N no ano de 2016 (Tabela 4). No ano de 2017 e 2018 houve interação dos fatores estudados, sendo verificado o aumento da produção e da produtividade de acordo com as doses crescentes de N aplicados via solo, nas duas seleções de pessegueiros avaliadas nesse estudo (Tabela 5 e 6). Esses resultados estão de acordo com os de Dolinski et al. (2012) e Ferreira et al. (2018a), que também relataram que doses crescentes de N resultaram em um aumento proporcional na produção dos pessegueiros.

O fato de ter ocorrido aumento linear da produtividade até a dose de 180 Kg ha⁻¹ de N pode estar relacionado ao pomar ser cultivado em alta densidade, pois presume-se que nesta condição, os pessegueiros requerem o uso doses de doses mais altas de N. Segundo Ferreira et al. (2018a), na fase de crescimento dos pessegueiros cultivados em alta densidade deve se aplicar mais N do que a dose recomendada pela CQFS – RS/SC(2016).

Os resultados deste estudo indicam que doses elevadas de N favorecem o crescimento vegetativo (Figura 2) e o aumento de ramos ladrões. Devido ao maior vigor das plantas pode haver menor luminosidade na copa e, conseqüentemente, atraso na maturação dos frutos, bem como redução na qualidade dos mesmos. Excessos de N, além de estimular o crescimento vegetativo, também expõem a planta a ataques de doenças fúngicas (ROMBOLÀ et al., 2012), a exemplo da podridão parda, principalmente nas estruturas florais (SOUZA, 2005). Portanto, para utilização de altas doses de N nos pessegueiros, a exemplo das aplicadas no presente estudo, a poda de inverno e da poda verde devem ser realizadas de forma mais intensa para que se estabeleça uma adequada relação entre o crescimento vegetativo e produtivo das plantas.

A Seleção Cascata 1067 obteve maior produção por planta nas doses de 120 e 180 de Kg ha⁻¹ de N em comparação com a Cascata 1513 nos anos de 2017 e 2018 (Tabela 5). Nesses mesmos anos, a produtividade na Cascata 1067 foi superior a Cascata 1513 nas doses de 60, 120 e 180 de Kg ha⁻¹ de N (Tabela 6). A variação de produtividade entre cultivares de pessegueiro também é reportada por Alves et al. (2012), Souza et al.(2013) e Ferreira et al. (2018a).

A ausência de N reduziu o número de frutos (Tabela 1 e 2), a produção por planta (Tabela 4 e 5) e a produtividade (Tabela 4 e 6) dos pomares de pessegueiros, devido a menor capacidade produtiva da copa das plantas, a qual tem menor área foliar e, conseqüentemente, menor taxa fotossintética. De acordo com Leal et al. (2007), o N é um componente da molécula de clorofila necessário para a fotossíntese e na ausência deste nutriente a fotossíntese das plantas são afetadas. Assim, a falta de produção de energia nas plantas afeta a absorção de nutrientes e a produção de carboidratos, necessárias para o desenvolvimento reprodutivo.

Na média dos três anos de avaliação, verificou-se um teor de 2,92% de N nas folhas dos pessegueiros não adubados com N (Tabela 7). Para esse teor de N, a CQFS-RS/SC (2016) recomenda a aplicação de 70 Kg de N ha⁻¹, valor inferior aos obtidos neste estudo em termos de incremento da produtividade.

Os tores foliares de N aumentaram linearmente de acordo com as doses crescentes de N aplicado no solo, nos três anos avaliados (Tabela 7). Resultados que corroboram com os obtidos por Dolinski et al. (2005) e Brunetto et al. (2007), os quais verificaram que houve aumento do teor foliar de N em função do aumento das doses aplicadas em pomares de pessegueiro. No entanto, mesmo para as maiores doses de N os níveis foliares de N permaneceram na faixa abaixo do normal e normal, conforme estabelecido pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo de RS / SC (2016).

A dose de N aplicada no solo não influenciou o teor de fósforo das folhas de pessegueiros nas safras de 2016 e 2017 (Tabela 7), o que está de acordo com o verificado por Dolinski et al. (2005). Entretanto, no terceiro ano de avaliação, o teor de fósforo reduziu como aumento das doses de N fornecida às plantas (Tabela 7). Mattos et al. (1991) relataram relação inversa entre a dose de N aplicada e o teor foliar de fósforo, possivelmente devido ao efeito de diluição decorrente da maior área foliar resultante do uso de N.

Os teores foliares de potássio, cálcio e magnésio não foram alterados com as doses crescentes de N aplicadas no solo (Tabela 8). Esses resultados estão de acordo com Dolinski et al. (2005) e Ferreira et al. (2018b), os quais também não observaram alterações nos teores foliares de pessegueiros para potássio, cálcio e magnésio, em função do incremento das doses de N aplicadas no solo.

Conclusões

Não foi possível definir a melhor dose de N, pois até a dose de 180 Kg ha⁻¹ de N foi insuficiente para obter o máximo rendimento em pomar adensado.

O incremento das doses de N aumenta o teor do N nas folhas, contudo sem atingir valores considerados excessivos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão das bolsas de estudo e a EMBRAPA pelo apoio em infraestrutura e logística na execução deste trabalho.

Referencias

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.

ALVES, G.; SILVA, J. da; MAY DE MIO, L.L.; BIASI, L.A. Comportamento fenológico e produtivo de cultivares de pessegueiro no município da Lapa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1596-1604, 2012.

BRUNETTO, G.; MELO, G.M. DE; KAMINSKI, J.; CERETTA, C.A. Adubação nitrogenada em ciclos consecutivos e seu impacto na produção e na qualidade do pêssego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v..42, n.12, 2007.

CARMO, C.D.S.; DE ARAUJO, W.S.; BERNARDI, A.D.C.; SALDANHA, M.F.C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Embrapa Solos-Circular Técnica, 2000.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo regional Sul, 2004. 394p.

DELLA BRUNA, E.; BACK, A. J. Adubação nitrogenada em pessegueiros ‘Aurora’ e ‘Chimarrita’. **Tecnologia e Ambiente**, v. 20, 2014. <http://dx.doi.org/10.18616/ta.v20i0.1561>.

DOLINSKI, M.A.; DANGELO, J.W. de O.; CUQUEL, F.L.; MOTTA, A.C.V.; MIO, L.L.M. Quality peach produced in fertilizer doses of nitrogen and green pruning. **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 134-140, 2017.

DOLINSKI, M.A. **Produtividade, crescimento vegetativo, doenças e qualidade pós-colheita de pessegueiro adensado com manejos de adubação nitrogenada e de poda verde**. 2012. 126p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DOLINSKI, M. A.; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; CUQUEL, F. L.; SOUZA, S. D.; MAY-DE MIO, L. L.; MONTEIRO, L. B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'Chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 295-299, 2005.

FERREIRA, L.V.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I.S.; SCHMITZ, J.D.; ANTUNES, L.E.C. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, n.2, p.172-181, 2018a.

FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M.A.; VALGAS, R.A.; ANTUNES, L.E.C. Fertilizer maintenance nitrogen in vegetative development and production of peach. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 93, p. 80-92, 2018b.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

LEAL, R.M.; NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ZACCARO, R.P. Adubação nitrogenada na implantação e na formação de pomares de caramboleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1111-1119, 2007.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Crescimento e teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em pessegueiro cv. Diamante com diferentes níveis de N aplicado ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1315-1321, 1991.

NAVA, G.; NUERNBERG, N.J.; PEREIRA, A.J.; DECHEN, A.R. Adubação de crescimento de macieira Cv. Catarina sobre portaenxerto marubakaido em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.359-363, 2007.

ROMBOLÀ, A.D.; SORRENTI, G.; MARODIN, G.A.B.; DE PIERI, A.Z.; BARCA, E. Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.639-654, 2012.

RUFAT, J.; DOMINGO, X.; ARBONÉS, A.; PASCUAL, M.; VILLAR, J. M. Interaction between water and nitrogen management in peaches for processing. **Irrigation Science**, v. 29, p. 321-329, 2011.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.).

Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SOUZA, S. R. **Adubação nitrogenada no desenvolvimento das doenças do pessegueiro, sob sistema de produção integrada de fruteiras, na Lapa-PR.** 2005, 91 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

SOUZA, F.B.M. de; ALVARENGA, Â.A.; PIO, R.; GONÇALVES, E.D.; PATTO, L.S. Produção e qualidade dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira. **Bragantia**, v.72, p.133-139, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TOSELLI, M.; BALDI, E.; CAVANI, L.; MAZZON, M.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MARZADORI, C. Soil-plantnitrogen pools in nectarineorchard in response to long-termcompostapplication. **Science of the Total Environment**, v. 671, p.10–18, 2019.

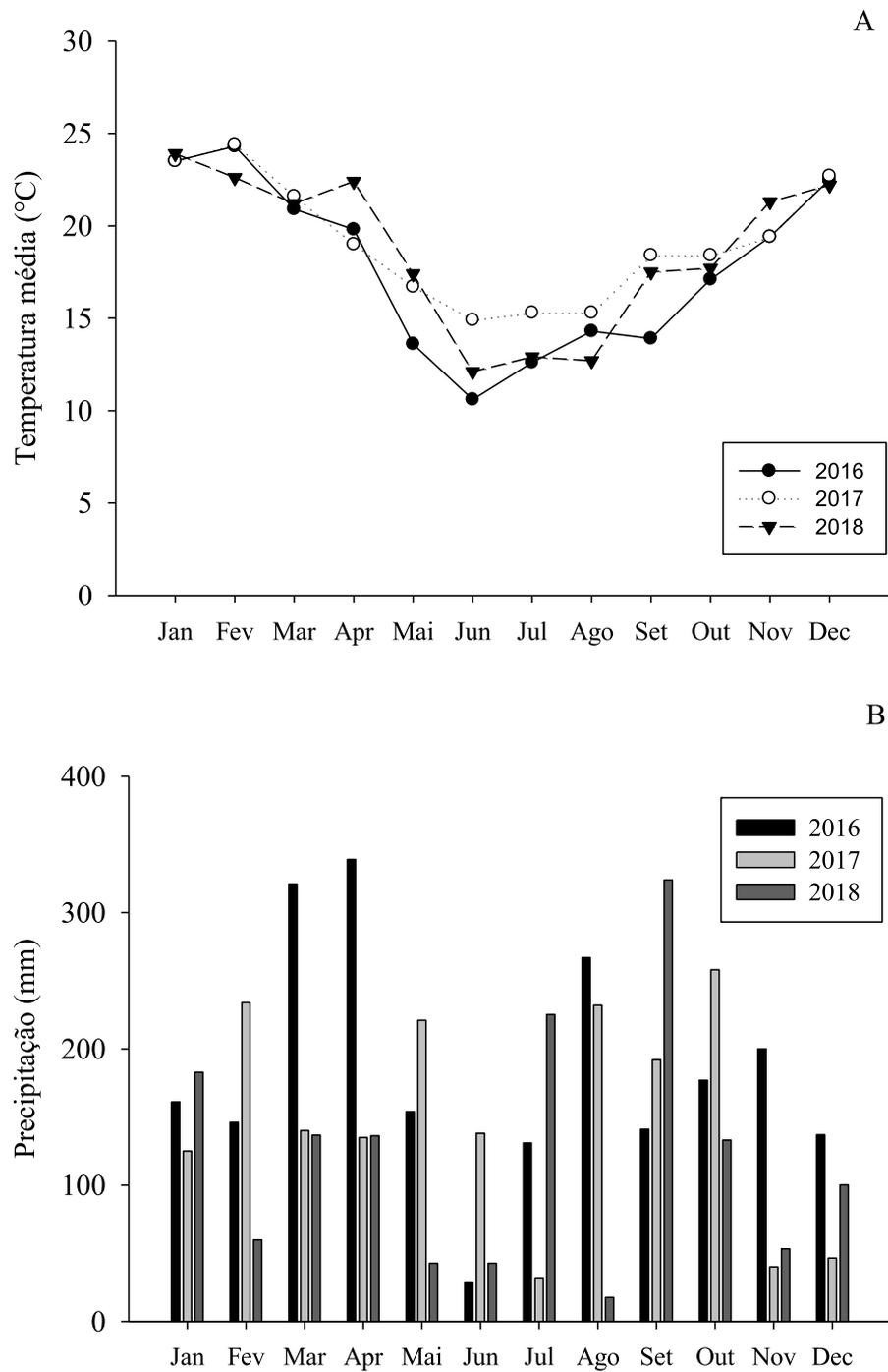


Figura 1: Temperatura média (A) e precipitação mensal (B) dos anos de 2016, 2017 e 2018 para Pelotas, RS. Estação experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS.

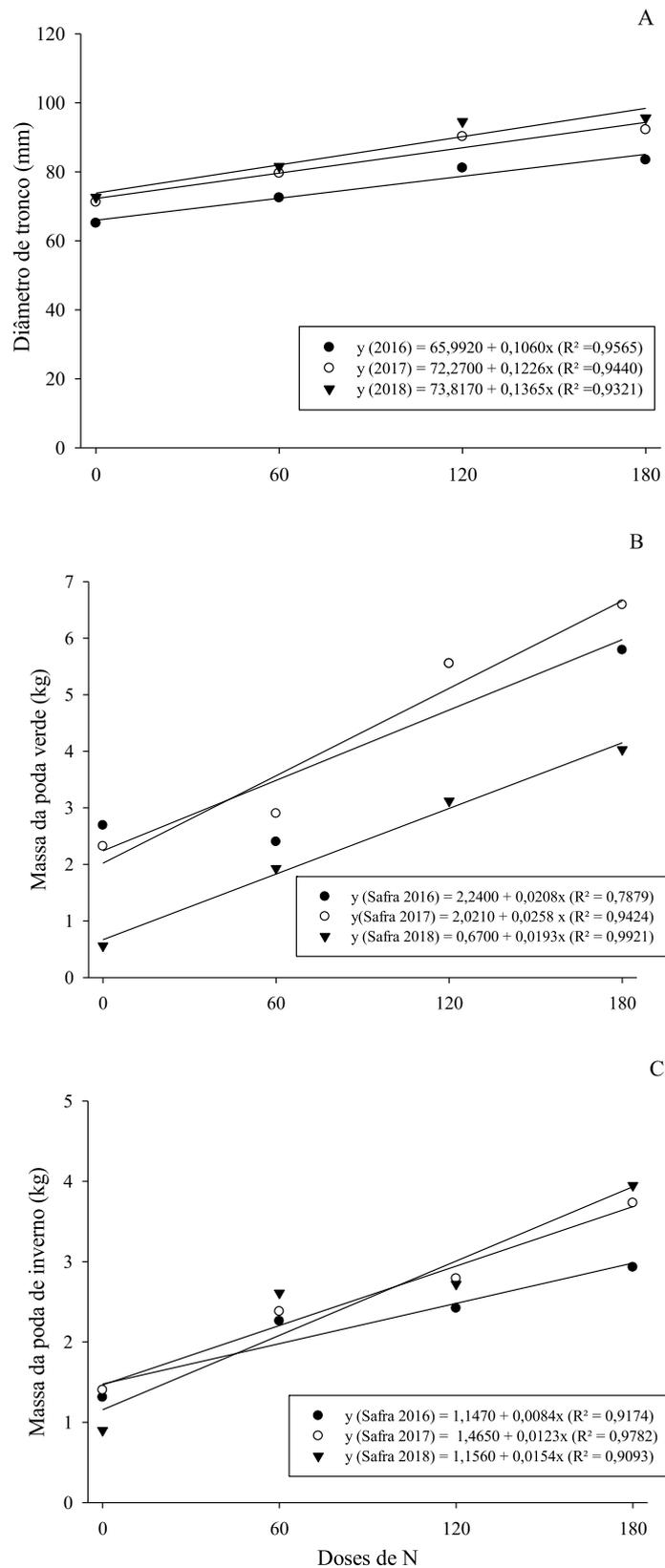


Figura 2: Diâmetro do tronco (A), massa da poda verde (B) e massa da poda de inverno (C) de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018.

Tabela 1: Número de frutos de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016 e 2018

Número de frutos por planta				
	2016		2018	
	Cascata 1513	Cascata 1067	Cascata 1513	Cascata 1067
	143	155	107	110
F _(genótipo)	0,3454		0,8071	
Doses de N (kg ha⁻¹)				
0	114,25		69,00	
60	134,75		120,00	
120	158,75		98,00	
180	189,25		154,00	
F _(dose)	0,0019		0,0002	
Linear	*(1)		*(2)	
Quadrática	ns		ns	
F _(genótipo x dose)	0,0607		0,1523	

^{ns} não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾y = 111,90 + 0,4150x (R² = 0,9919); ⁽²⁾y = 75,30+0,3883x(R²=0,7031).

Tabela 2: Número de frutos por planta de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada no ano de 2017

Número de frutos por plantas						
2017						
Seleção	Nitrogênio (Kg ha ⁻¹)				Linear	Quadrática
	0	60	120	180		
Cascata 1513	40,00	49,00	57,00	62,00	* ⁽¹⁾	ns
Cascata 1067	33,00	102,00	117,00	150,00	* ⁽²⁾	ns
Significativo	ns	*	*	*		

^{ns} não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ $y = 40,90 + 0,1233x$ ($R^2 = 0,9849$); ⁽²⁾ $y = 45,60 + 0,610x$ ($R^2 = 0,9199$);

Tabela 3: Massa dos frutos de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018

Massa dos frutos (g)						
	2016		2017		2018	
	Cascata	Cascata	Cascata	Cascata	Cascata	Cascata
	1513	1067	1513	1067	1513	1067
	78,85 b	111,65 a	99,88 a	63,11 b	49,15 b	61,13 a
F _(genótipo)	0,0001		0,0001		0,0001	
Doses de N (kg ha ⁻¹)						
0	92,17		83,68		47,43	
60	92,60		75,59		69,58	
120	91,91		83,62		70,68	
180	104,32		83,09		72,38	
F _(dose)	0,0541		0,5180		0,0004	
Linear	<i>ns</i>		<i>ns</i>		<i>ns</i>	
Quadrática	<i>ns</i>		<i>ns</i>		* (1)	
F _(genótipo x dose)	0,3370		0,9114		0,1555	

^{ns} não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾y= 48,513+0,3822x-0,0014x² (R² = 0,9437).

Tabela 4: Produção por planta e produtividade de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada no ano de 2016

	Produção por planta (kg)		Produtividade (t ha⁻¹)	
2016				
	Cascata 1513	Cascata 1067	Cascata 1513	Cascata 1067
	10,53 b	17,09 a	14,02 b	22,78 a
F _(genótipo)	0,0001		0,0001	
Doses de N (kg ha⁻¹)				
0	10,98		14,54	
60	12,52		16,69	
120	15,35		21,92	
180	16,44		20,46	
F _(dose)	0,0001		0,0001	
Linear	*(1)		*(2)	
Quadrática	ns		ns	
F _(genótipo x dose)	0,1011		0,1014	

^{ns} não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾y = 10,9410 + 0,0320x (R² = 0,9731); ⁽²⁾y = 14,954 + 0,0383x (R² = 0,7669).

Tabela 5: Produção por planta de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2017 e 2018

Produção por plantas (kg)						
2017						
Seleção	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Linear	Quadrática
	0	60	120	180		
Cascata 1513	3,96	4,32	5,87	6,41	* ⁽¹⁾	<i>ns</i>
Cascata 1067	1,78	5,77	7,61	9,06	* (2)	<i>ns</i>
Significativo	*	<i>ns</i>	*	*		
2018						
Seleção	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Linear	Quadrática
	0	60	120	180		
Cascata 1513	3,72	5,27	7,25	7,40	* ⁽³⁾	<i>ns</i>
Cascata 1067	3,35	8,42	8,82	14,80	* (4)	<i>ns</i>
Significativo	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*	*		

^{ns} não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ $y=3,805+ 0,0148x$ ($R^2 = 0,9406$); ⁽²⁾ $y=2,503 + 0,0395x$ ($R^2 = 0,9407$); ⁽³⁾ $y = 3,957+ 0,0217x$ ($R^2 = 0,9192$); ⁽⁴⁾ $y = 3,635 + 0,0579x$ ($R^2 = 0,9171$);

Tabela 6: Produtividade de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2017 e 2018

Produtividade (t ha⁻¹)						
2017						
Seleção	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Linear	Quadrática
	0	60	120	180		
Cascata 1513	3,35	5,21	7,62	9,60	* ⁽¹⁾	<i>ns</i>
Cascata 1067	2,65	7,70	10,70	12,83	* (2)	<i>ns</i>
Significativo	*	*	*	*		
2018						
Seleção	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Linear	Quadrática
	0	60	120	180		
Cascata 1513	4,45	7,72	7,67	9,90	* ⁽³⁾	<i>ns</i>
Cascata 1067	3,65	11,20	11,77	19,70	* (4)	<i>ns</i>
Significativo	<i>ns</i>	*	*	*		

^{ns} não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ $y = 4,671 + 0,0253x$ ($R^2 = 0,8800$); ⁽²⁾ $y = 3,173 + 0,0565x$ ($R^2 = 0,9620$); ⁽³⁾ $y = 4,99 + 0,0272x$ ($R^2 = 0,8784$); ⁽⁴⁾ $y = 4,272 + 0,0812x$ ($R^2 = 0,9200$).

Tabela 7: Teores foliar de nitrogênio e fósforo de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018

	Nitrogênio (%)			Fósforo (%)		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Cascata 1513	3,46	3,75	3,08	0,15	0,37	0,30
Cascata 1067	3,00	3,57	3,38	0,14	0,37	0,27
F _(genótipo)	0,1631	0,0665	0,0001	0,0008	0,9608	0,0001
Doses de N (kg ha ⁻¹)						
0	2,54	3,36	2,88	0,15	0,37	0,32
60	3,06	3,67	3,26	0,14	0,37	0,28
120	2,96	3,76	3,39	0,14	0,37	0,28
180	3,23	3,85	3,40	0,14	0,38	0,26
F _(dose)	0,0077	0,0055	0,0001	0,1409	0,9608	0,0001
Linear	*(1)	*(2)	*(3)	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*(4)
Quadrática	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
F _(genótipo x dose)	0,6465	0,098	0,3229	0,8456	0,9132	0,0699
Valores normais **	3,30 - 4,50			0,15 - 0,30		

** = valores considerados normais segundo o CQFS (2016); *ns* não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾y = 2,652 + 0,0033x (R² = 0,7501); ⁽²⁾y = 3,426 + 0,0026x (R² = 0,8934); ⁽³⁾y = 2,979 + 0,0028x (R² = 0,8028); ⁽⁴⁾y = 0,312 - 0,0003x (R² = 0,8526).

Tabela 8: Teores foliar de potássio, cálcio e magnésio de genótipos de pessegueiro submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada nos anos de 2016, 2017 e 2018

	Potássio (%)			Cálcio (%)			Magnésio (%)		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Cascata 1513	2,21	2,63	3,61	1,79	1,51	1,45	0,58	0,46	0,62
Cascata 1067	2,26	2,53	3,53	1,76	1,50	1,45	0,56	0,47	0,63
F _(genótipo)	0,462	0,1372	0,3345	0,8019	0,9685	0,9572	0,5595	0,5154	0,6528
Doses de N (kg ha ⁻¹)									
0	2,24	2,52	3,70	1,79	1,57	1,50	0,56	0,48	0,62
60	2,24	2,64	3,39	1,80	1,56	1,42	0,58	0,47	0,63
120	2,15	2,59	3,65	1,84	1,54	1,44	0,58	0,47	0,62
180	2,31	2,56	3,53	1,67	1,36	1,42	0,56	0,45	0,64
F _(dose)	0,4758	0,5885	0,0706	0,7186	0,3576	0,8151	0,7744	0,8774	0,8184
Linear	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Quadrática	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
F _(genótipo x dose)	0,7671	0,5711	0,7559	0,4783	0,7769	0,4427	0,7514	0,5416	0,4768
Valores normais ^{**}	1,40 - 2,00			1,70 - 2,60%			0,50 - 0,80		

^{**} = valores considerados normais segundo o CQFS (2016); ^{ns} não significativo para análise de regressão.

4.5 Artigo 5

Nitrogen fertilization associated with cold storage and its impacts on the maintenance of peach quality

Caroline Farias Barreto, Renan Navroski, Letícia Vanni Ferreira, Jorge Atílio Benati, Marcelo Barbosa Malgarim, Luis Eduardo Correa Antunes

Artigo aceito na Bioscience Journal

NITROGEN FERTILIZATION ASSOCIATED WITH COLD STORAGE AND ITS IMPACTS ON THE MAINTENANCE OF PEACH QUALITY

Caroline Farias BARRETO¹; Renan NAVROSKI¹; Leticia Vanni FERREIRA²; Jorge Atilio BENATI¹; Marcelo Barbosa MALGARIM³; Luis Eduardo Correa ANTUNES⁴

1. Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil; 2. Dra. em Agronomia RS, Brasil; 3. Dr. e Professor, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.; 4. Dr. e Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

ABSTRACT – Nitrogen, which is considered the most important nutrient for peach trees, may interfere in both quantitative production characteristics and quality of fruits. This study aimed at evaluating the effect of the combination of doses of N fertilization and different periods of cold storage on physico-chemical and phytochemical characteristics of peaches in post-harvest. The experiment had a randomized complete block design in a 4x3 factorial scheme, i. e., four doses of fertilization (0, 60, 120 and 180 Kg N ha⁻¹) and three periods of storage (on the harvest day, at the 15th and the 30th storage days at 1±1°C, each followed by a day of simulated commercialization at 20±1°C). The following aspects were evaluated in fruits yielded by peach trees of the genotype Cascata 1067: fruit color, soluble solid content, titratable acidity, pulp firmness, mass loss, total phenolic compounds and antioxidant activity. Different periods of cold storage and doses of N fertilization were found to affect epidermis luminosity, pulp firmness and titratable acidity of fruits. Peaches may be stored at low temperatures for 15+1 days. After that, loss of fruit firmness increases. N fertilization affects neither the soluble solid content nor the epidermis color of peaches, but both parameters are influenced by storage. Values of phenolic compounds and antioxidant activity decrease when there is N increment in the soil and when longer storage is carried out. Results suggest that peach composition may be affected by cultural practices, such as N fertilization, at harvest and after storage.

Key words: Physico-chemical characteristics. Bioactive compounds. Fertilization. *Prunus persica*

INTRODUCTION

Peach is a highly valued fruit worldwide due to its flavor, appearance and economic value in the production chain (MODESTO et al., 2014). The culture of peach trees stretches over 17,605 hectares in Brazil, mainly in both southern and southeastern regions, where Rio Grande do Sul (RS), São Paulo and Santa Catarina states yield about 146, 35 and 18 ton of peaches, respectively (IBGE, 2019). Regarding commercialization, mainly of fruit to be consumed fresh, it is fundamental to yield high-quality fruits since, according to Trevisan et al. (2010), attributes, such as size, color, flavor and absence of defects, attract consumers and play a decisive role at the time of purchase. These quality characteristics are closely related to the cultivar genetics, to edafoclimatic conditions and to the use of cultural techniques, such as adequate irrigation, pruning, phytosanitary treatments, thinning and fertilization (GONÇALVES et al., 2014; PEREIRA & RASEIRA, 2014; FERREIRA et al., 2018).

Nitrogen (N) is the most important nutrient for stone fruit (ROMBOLÀ et al., 2012); it is the second most exported mineral element through fruits yielded by peach trees (TAGLIAVINI et al., 2000) and the most exported one through leaves and twigs (XILOYANNIS et al., 2006). Therefore, N fertilization is essential to peach trees, since it may interfere in aspects related to vegetative growth, productivity and fruit quality (DOLINSKI et al., 2005; FALGUERA et al., 2012; FERREIRA et al., 2018; DOLINSKI et al., 2018). N excess may stimulate vegetative growth of peach trees (DELLA BRUNA & BACK, 2014; FERREIRA et al., 2018), while N deficiency may affect photosynthesis (LEAL et al., 2007).

N fertilization may also exert influence on qualitative characteristics of fruits, such as size (DELLA BRUNA & BACK, 2014), epidermis color (BARRETO et al., 2017), pulp firmness, soluble solid content (CAMPOS et al., 1996), phenolic compounds, antioxidant activity (FERREIRA et al., 2016; BARRETO et al., 2017; VASHISTH et al., 2017) and carotenoid content (FERREIRA et al., 2016).

Since there are very few data on the effect of N on physico-chemical characteristics of fruits, mainly on their bioactive compounds during storage, this study aimed at evaluating the effect of the combination of doses of N fertilization and different periods of cold storage on physico-chemical and phytochemical characteristics of peaches in post-harvest.

MATERIAL AND METHODS

In this experiment, fruits were collected at the experimental orchard that belongs to the Embrapa Clima Temperado (latitude 31° 40' 41.29" S; longitude 52° 26' 22.05" W; altitude 70m), located in Pelotas, RS, Brazil. Fruits – harvested in the 2017 crop – from peach trees of the genotype Cascata 1067, grafted on the rootstock Capdeboscq, which had been implanted in 2012 in densified cultivation, were used. Spacing between rows was 5.0 m while between plants, it was 1.5 m. Plants were conducted in an epsilon system. The genotype Cascata 1067, which originated from crossings between BR 3 and A 333 cultivars, is a selection of the genetic improvement program carried out by the Embrapa Clima Temperado.

Physico-chemical soil analyses which were carried out before the implementation of the experiment showed the following results: organic matter content was 1.4%, phosphorus content was 17.9 mg dm⁻³ and potassium content was 155 mg dm⁻³. Data on mean temperature and monthly precipitation (Table 1) were collected in the meteorological station at the Embrapa Clima Temperado, in Pelotas, RS, Brazil. In 2017, 77 cold hours, which were based on temperatures below or equal 7.2 °C were registered.

Table 1: Mean temperature and precipitation at the Embrapa Clima Temperado, in Pelotas, RS, Brazil, in 2017

	Mean temperature (°C)	Precipitation (mm)
January	23.5	125
February	24.4	234
March	21.6	140
April	19.0	135
May	16.7	221
June	14.9	138
July	15.3	32
August	15.3	232
September	18.4	192
October	18.4	258
November	19.4	40
December	22.7	46

The experiment was conducted as a randomized block design, in a 4x3 factorial scheme (factor A = nitrogen dose; factor B = storage periods), with four replicates of 20 fruits per unit. Factor A corresponded to doses of 0, 60, 120 and 180 Kg N ha⁻¹, distributed in three applications: 50% of the dose at full bloom, 30% after thinning and 20% after harvest. The N source, which was urea (45% N), was applied to the surface of the soil. Potassium fertilization was carried out in agreement with recommendations (CQFS-RS/SC, 2016). In the orchard, fructification pruning and green pruning were carried out in winter and in summer, respectively. Hand thinning was performed aiming to leave the fruits 10 to 15cm among fruits on peach tree branches. Control of spontaneous plants consisted in using herbicides on the row and mowing between rows.

Factor B corresponds to storage periods harvest day (day 0) and both the 15th and the 30th cold days were followed by a day of simulated commercialization (day 15+1 and day 30+1). Fruits were stored in a cold chamber (storage days at 1±1°C and at 85-90% relative air humidity) in the laboratory Lab/Agro, at the Universidade Federal de Pelotas, located in Pelotas, RS, Brazil. In order to

simulate commercialization, fruits were removed from the cold chamber and kept in a room at controlled temperature ($20\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Peaches were evaluated regarding the following parameters: epidermis color was examined by a Minolta CR-300® colorimeter, with a D65 light source that measured “L” (luminosity), “a*”, “b*”, and the hue or chromatic tonality represented by “°Hue”; fresh mass loss was determined by the difference between fruit mass at harvest time and at storage; pulp firmness (Newtons) was measured at two opposite points in the equatorial region of peeled fruit by a manual penetrometer (model 53205, TR TURONI-Italy) with an 8 mm tip; total soluble solids (°Brix) were measured by an Atago digital refractometer; and total titratable acidity (% citric acid) was quantified in 10 mL juice diluted in 90 mL distilled water, titrated with 0.1 mol L NaOH solution to pH 8.1 and measured by a Quimus pHmeter.

The following analyses were performed to determine phytochemicals in peach pulp. Total phenolic compounds (mg Gallic acid equivalent 100 g^{-1} fresh weight) were determined by the method adapted from Singleton and Rossi (1965), which uses the reaction with the Folin-Ciocalteu reagent. Antioxidant activity (mg equivalent trolox 100 g^{-1} fresh weight) was determined by the radical DPPH method, adapted from Brand-Williams et al. (1995).

Data were submitted to the analysis of variance (F-Test); means were compared by the Tukey’s range test to identify significant differences ($p \leq 0.05$). Results were submitted to the analysis of variance; when effects were significant, regression equations were adjusted.

RESULTS AND DISCUSSION

There was interaction among factors under study (doses of N and periods of storage) in the case of the following variables: epidermis luminosity, pulp firmness and titratable acidity of peaches (Table 2). Regarding peach epidermis, plants with no N fertilization provided higher luminosity values on the harvest day, i. e., epidermis luminosity was lighter. This result may be related to plant vigor since, with no N fertilization, peach trees developed less in the aerial part (DELLA BRUNA & BACK, 2014; FERREIRA et al., 2018), a fact that interfered in the solar luminosity and radiation of the crown and, consequently, led to fruits with more luminosity. However, on the other storage days (15+1 and 30+1), there were no differences among doses of N in the case of the variable luminosity.

Table 2: Luminosity of epidermis, firmness of pulp (Newtons) and titratable acidity (g of citric acid per 100mL juice) of peach fruits ‘Cascata 1067’ submitted to different doses of nitrogen and storage periods

Doses of N (kg ha ⁻¹)	Storage periods		
	Day 0	Day 15+1	Day 30+1
Luminosity of epidermis			
0	64.00 aA	56.16 aB	53.17 aB
60	59.30 bA	55.64 aAB	54.13 aB
120	61.25 abA	56.52 aB	56.04 aB
180	62.83 abA	53.83 aB	55.45 aB
CV (%)	3.82		
Firmness of pulp			
0	27.53 aA	11.78 aB	6.13 aC
60	21.63 bA	9.70 aB	5.65 aC
120	20.21 bA	12.40 aB	5.97 aC
180	26.51 aA	9.35 aB	5.78 aC
CV (%)	12.52		
Titratable acidity			
0	0.55 aA	0.34 aB	0.24 aC
60	0.49 bA	0.34 aB	0.24 aC
120	0.43 cA	0.32 aB	0.22 aC
180	0.46 bcA	0.28 bB	0.24 aC
CV (%)	6.02		

Means followed by same letters, lowercase in the columns and uppercase in the lines, do not differ by the Tukey’s test, at 5% probability ($p \leq 0.05$). CV (%) = Coefficient of variation.

Epidermis luminosity decreased during the cold storage of peaches, i. e., fruits darkened (Table 2). Luminosity of fruits may decrease due to their metabolism and storage conditions. ‘Aurora-1’ peaches also decreased their luminosity values after cold storage when they were harvested ripe (JUNIOR et al., 2010). Similar results were found when ‘Cascata 1513’ peaches – an advanced selection of the genetic breeding program carried out by the Embrapa Clima Temperado – were submitted to cold storage and also exhibited decrease in luminosity 15+1 days after storage (BARRETO et al., 2017).

Pulp firmness was higher in fruits yielded by plants which had not been fertilized with N and when they had been fertilized with 180 kg ha⁻¹ on harvest day (Table 2). However, on the other storage days (15+1 and 30+1), there were no differences among doses of N in the case of this variable. Barreto et al. (2017) found opposite results, i. e., pulp and rind firmness did not show any difference when distinct doses of N were applied, but values of these variables decreased after cold storage followed by simulated commercialization. Therefore, fruit firmness depends on other factors, such as the cultivar, weather conditions, plant management (irrigation), fruit orientation in the plant and exposure to sunlight (ALCOBENDAS et al., 2013), besides cold storage (ANDRADE et al., 2015).

Pulp firmness decreased after cold storage followed by simulated commercialization, regardless of the dose of N (Table 2). These data agree with Barreto et al. (2017), who studied peaches of the genotype Cascata 1513 and also observed decrease in firmness after cold storage followed by simulated commercialization. Loss of fruit firmness is expected as time goes by, due to both advance in fruit senescence and solubilization of cell wall components (PEGORARO et al., 2015).

On harvest day, titratable acidity of peaches was higher when plants had not been fertilized with N (Table 1). However, N fertilization did not affect fruit acidity after cold storage followed by simulated commercialization. Ferreira et al. (2016) analyzed three genotypes of peach trees submitted to different doses of N and found contradictory results in two crops under evaluation. In the first crop, N

affected acidity, but, in the next one, there was no significant difference. It shows that this variable may depend on other factors, such as weather conditions, which vary every cultivation year.

After storage, there was decrease in peach acidity, regardless of doses of N (Table 2). Decrease in acidity is due to the fact that organic acid contents diminish as fruits ripen, as the result of either the respiration process or conversion to sugars (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

In the treatment with no N application, there was low loss of fruit mass (Table 3); it may have happened because fruits with no N fertilization had low fruit mass. On storage days, mass loss was found to increase as time went by. The highest loss took place after 30+1 days (Table 2). Peaches may be stored at low temperatures up to 15+1 days. After this period, mass loss is above 10%; there is pulp softening and turgor loss of tissues (Table 3), which affect fruit quality and commercialization (CRISOSTO et al., 2004). These results agree with Andrade et al. (2015), who found 33% mass loss in ‘Maciel’ peaches after a 30-day cold storage period followed by a 2-day simulated commercialization period. Water loss in fruits during storage results mainly from transpiration (MAGUIRE et al., 2000) and is related to the vapor pressure deficit between them and the environment (PINTO et al., 2012).

Table 3: Loss of mass (%), color of the epidermis (° Hue) and soluble solids (° Brix) of peach fruits ‘Cascata 1067’ submitted to different doses of nitrogen and storage periods

Doses of N (kg ha ⁻¹)	Loss of mass	Color the epidermis	Soluble solids
0	9.49 b	57.72 ns	14.05 ns
60	10.66 ab	55.66	15.11
120	10.41 ab	61.98	14.50
180	12.44 a	60.84	14.99
Storage periods			
Day 0	0.00 c	67.30 a	13.22 c
Day 15+1	8.91 b	55.62 b	14.39 b
Day 30+1	23.34 a	54.23 b	16.71 a
CV(%)	18.16	10.13	4.27

Means followed by the same lowercase letter do not differ significantly from each other ($p \leq 0.05$), calculated by the Tukey’s test. CV (%) = Coefficient of variation. ns = not significant.

N fertilization did not affect the epidermis color of peaches (Table 3). Data agree with the ones found by Falguera et al. (2012) and Ferreira et al. (2016), who did not observe differences in peach color as the result of N fertilization, either. Dolinski et al. (2018) observed that peach color was not altered by N fertilization in the first two crops; changes only happened in the third crop, when high chromaticity was found at 214 Kg N ha⁻¹. Alcobendas et al. (2013) state that fruit color is influenced by other factors, such as interaction between irrigation and exposure to sunlight.

However, epidermis color decreased after 15+1 and 30+1 days of storage. °Hue values decreased on those days under evaluation and fruits became reddish cream (Table 2). This result is due to the ripening metabolism of fruits, whose °Hue angle decreases during ripening (INFANTE et al., 2011), i. e., chlorophylls continue the degradation process and pigments, such as anthocyanins and carotenoids, become more visible.

N fertilization did not affect soluble solid contents in peaches (Table 3). Similar results were found by Dolinski et al. (2005), who, in three crops, did not find any effect of N fertilization on soluble solid contents when peaches were harvested, and by Vashisth et al. (2017), who observed that soluble solid contents in ‘Tropic Beauty’ peaches were not affected by N fertilization. This variable has been associated with the location of fruits in the plant, light penetration into the canopy, type of twigs, thinning (PICOLOTTO et al., 2009), water absorption by plants as a response to different amounts of rainfall – which can cause sugar dilution in fruits (BRUNETTO et al., 2007) – and interaction between irrigation and exposure to sunlight (ALCOBENDAS et al., 2013).

However, soluble solid contents in peaches increased between harvest and 15+1 and 30+1 storage days (Table 3), a fact that confirmed the most advanced stage of fruit ripening, since there is increase in sugar concentration as fruits ripen (JIE et al., 2013). It also occurs due to high percentages

of mass loss during storage, since they determine high sugar concentration and, thus, increase in soluble solid contents.

Phenolic compounds decreased as N fertilization increased in the soil; they decreased in about 31% when N was between 0 and 180 kg ha⁻¹ (Figure 1). The same fact was observed in fruits yielded by both ‘Tropic Beauty’ and ‘UFSharp’, when doses of N were 0, 45, 90, 179, and 269 kg ha⁻¹ per year (VASHISTH et al., 2017). According to Strissel et al. (2005), decrease in phenolic compound contents, when there is N increment in the soil, is mainly related to reduction in flavonoid synthesis, as a response to decrease in the enzyme phenylalanine ammonia-lyase (PAL) contents. Alterations in this enzyme may influence fruit secondary metabolism, since PAL is the key enzyme in phenol metabolism. Environmental stress, such as nitrogen deficiency, may increase the amount of PAL and result in higher synthesis of phenolic compounds (TAIZ et al., 2017).

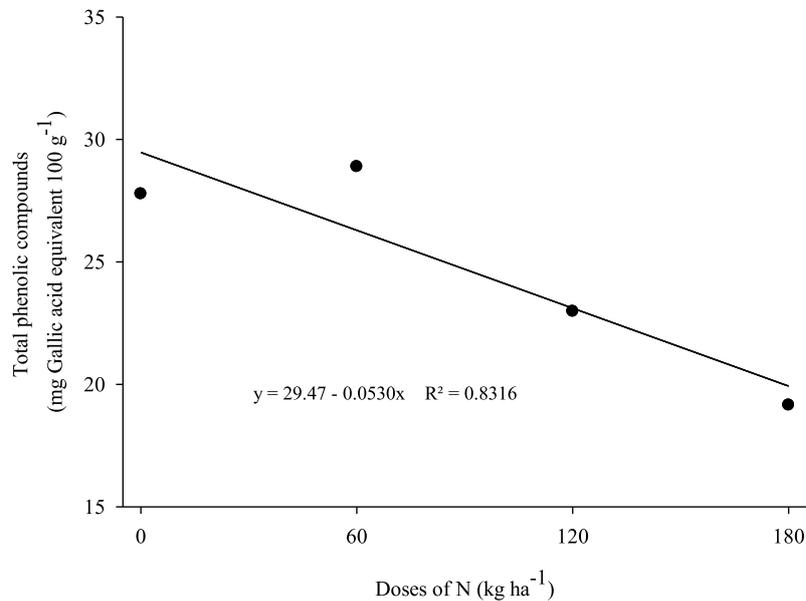


Figure 1: Total phenolic compounds of peach fruits ‘Cascata 1067’ submitted with different doses of nitrogen fertilization.

Antioxidant activity of peaches also decreased their contents when the highest doses of N were in the soil (120 and 160 kg ha⁻¹) (Figure 2). Similar results were found by Vashisth et al. (2017), who observed decrease in the antioxidant capacity of two peach cultivars when doses of N increased. They also reported a significant and positive relation between the antioxidant activity and the phenolic content in both cultivars.

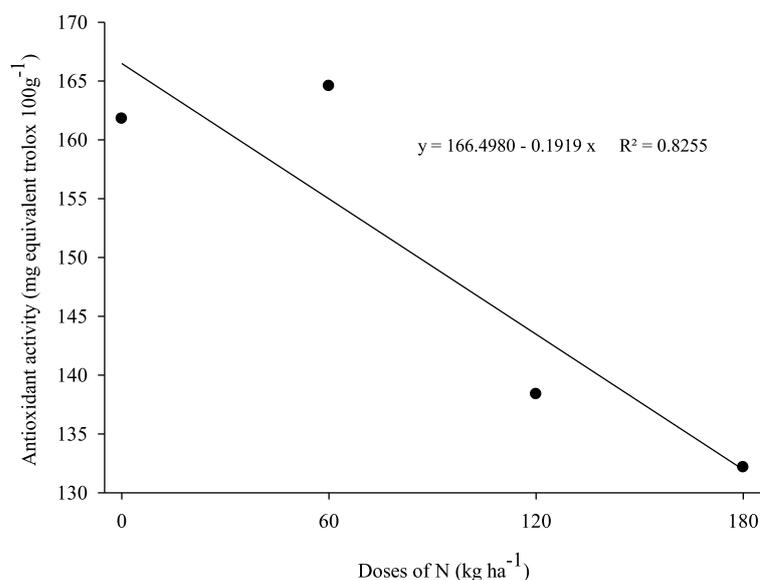


Figure 2: Antioxidant activity of ‘Cascata 1067’ peach fruits submitted to different doses of nitrogen fertilization.

In cold storage, peaches submitted to N fertilization decreased their total phenolic compound contents and antioxidant activity (Table 4). Santos et al. (2013) also observed decrease in the antioxidant capacity in ‘Aurora’, ‘Biuti’ and ‘Douradão’ peaches after a 5-day storage period at room temperature, by comparison with the one on harvest day. Barreto et al. (2017) found decrease in bioactive compounds in ‘Cascata 1513’ peaches after a 15-day cold storage period followed by a day of simulated commercialization. This decrease may be attributed to chemical and enzymatic alterations which occur during fruit storage.

Table 4: Total phenolic compounds and antioxidant activity of ‘Cascata 1067’ peach fruits in different storage periods.

Storage periods.	Total phenolic compounds ¹	Antioxidant activity ²
Day 0	33.69 a	180.80 a
Day15+1	22.54 b	148.19 b
Day 30+1	17.87 b	118.70 c
CV(%)	29.73	20.65

CV (%) = Coefficient of variation. ¹mg Gallic acid equivalent 100 g⁻¹ fresh weight. ²mg equivalent trolox 100 g⁻¹ fresh weight. Means followed by the same lowercase letter do not differ significantly from each other ($p \leq 0.05$), calculated by the Tukey’s test.

CONCLUSION

Combinations of different cold storage periods and distinct doses of N fertilization affect epidermis luminosity, pulp firmness and titratable acidity.

Peaches may be stored at low temperatures for 15+1 days.

N fertilization affects neither soluble solid contents nor epidermis color of peaches, but these parameters are influenced after storage.

Phenolic compounds and antioxidant activity decrease when there is increment in N fertilization in the soil.

AGRADECIMENTOS

The authors thank the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA).

ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E SEUS IMPACTOS NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE PÊSSEGOS

RESUMO - O nitrogênio é o nutriente considerado de maior importância para o pessegueiro, podendo interferir nas características quantitativas da produção, bem como na qualidade dos frutos. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da combinação de doses de adubação nitrogenada e de diferentes períodos de armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e fitoquímicas de pêssegos na pós-colheita. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, quatro doses de adubação (0, 60, 120 e 180 Kg N ha⁻¹) e três períodos de armazenamento (dia da colheita, aos 15 e 30 dias armazenamento refrigerado a 1±1°C, seguido de um dia de simulação de comercialização a 20±1°C). Avaliou-se, nos frutos de pessegueiro do genótipo Cascata 1067, a coloração dos frutos, o teor de sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza da polpa, perda de massa, compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante. Verificou-se que diferentes períodos de armazenamento refrigerado e doses de adubação nitrogenada afetam a luminosidade da epiderme, a firmeza de polpa e a acidez titulável dos frutos. Os pêssegos podem ser armazenados em baixa temperatura até 15+1 dias, após esse período, a perda de firmeza nos frutos é elevada. A adubação nitrogenada não altera o teor de sólidos solúveis e a coloração da epiderme dos pêssegos, mas esses parâmetros são influenciados durante o armazenamento. Os compostos fenólicos e atividade antioxidante decrescem com o incremento de nitrogênio no solo, bem como durante o avanço dos dias de armazenamento. Os resultados sugerem que a composição dos pêssegos pode ser afetada com práticas culturais como a adubação de nitrogênio na colheita e após o armazenamento.

Palavras-chave: Físico-químicas. Compostos bioativo. Fertilização. *Prunus persica*.

REFERENCES

ALCOBENDAS, R.; MIRÁS-AVALOS, J.M.; ALARCÓN, J.J.; NICOLÀS, E. Effects of irrigation and fruit position on size, colour, firmness and sugar contents of fruits in a mid-late maturing peach cultivar. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 340–347, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.048>

ANDRADE, S. DE B.; PADILHA GALARÇA, S., GAUTÉRIO, G.R., BARBOSA MALGARIM, M.; FACHINELLO, J. C. Qualidade de pêssegos das cultivares Chimarrita e Maciel sob armazenamento refrigerado em diferentes estádios de maturação de colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.16, n.1, 93-100, 2015.

BARRETO, C.F.; FERREIRA, L.V.; NAVROSKI, R.; FRASSON, S.F.; CANTILLANO, R.F.F.; VIZZOTTO, M.; ANTUNES, L.E.C. Adubação nitrogenada em pessegueiros (*Prunus persica* (L) Batsch): influência sobre a qualidade pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología**, v. 18, n. 2, p.93-99, 2017.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BRUNETTO, G., DE MELO, G.W., KAMINSKI, J.; CERETTA, C.A. Adubação nitrogenada em ciclos consecutivos e seu impacto na produção e na qualidade do pêssego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1721-1725, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007001200008>

CAMPOS, A.D.; FREIRE, C.J.S.; NAKASU, B.H.; FORTESW, J.F. Qualidade dos frutos e crescimento dos ramos de pessegueiro em função do nitrogênio e potássio foliar. In: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, 1996, Curitiba. Anais... Curitiba, PR. SBF, 1996. p.379.

CHITARRA M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras, FAEPE, 783p. 2005.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; ANDRIS, H.L.; DAY, K.R. Controlled delayed cooling extends peach market life. **Hort Technology**, v.14, n.1, p.99-104, 2004. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTTECH.14.1.0099>

DELLA BRUNA, E.D.; BACK, A.J. Adubação nitrogenada em pessegueiros ‘Aurora’ e ‘Chimarrita’. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 20, p. 71-80, 2014. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3786.4162>

DOLINSKI, M.A.; DANGELO, J.W. de O.; CUQUEL, F.L.; MOTTA, A.C.V.; MIO, L.L.M. Quality peach produced in fertilizer doses of nitrogen and green pruning. **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 134-140, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.2016307>.

DOLINSKI, M.A.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L.; SOUZA, S.R.; MAY-DEMIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro “Chimarrita” em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa - PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p. 295-299, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000200027>

FALGUERA, V.; LORDAN, J.; GATIUS, F.; PASCUAL, M., VILLAR, J.M.; IBARZ, A.; RUFAT, J. Influence o nitrogen fertilization on polyphenol oxidase activity in peach fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p. 155–157, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.05.014>

FERREIRA, L.V.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I.S.; SCHMITZ, J.D.; ANTUNES, L.E.C. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, n.2, p.172-181, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000200005>

FERREIRA, L.V.; ANTUNES, A.P.; PICOLOTTO, L.; CANTILLANO, R.F.C. Qualidade de pêssegos submetidos à adubação nitrogenada. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 17, n.2, p. 231-240, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/Tabela/listabl.asp?z=teo=11ei=Pec=1613>>. Acesso em: 30 set. 2019.

GONÇALVES, M.A.; PICOLOTTO, L.; QUINTANILHA, F.A.; COCCO, C.; ANTUNES, L.E.C. Qualidade de fruto e produtividade de pessegueiros submetidos a diferentes épocas de poda. **Ciência Rural**, v.44, n.8, p.1334-1340, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120617>

INFANTE, R.; FARCUH, M.; MENESES, C. Monitoring the sensorial quality and aroma through an electronic nose in peaches during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.2073-2078, 2008. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3316>

JIE, D.; XIE, L.; FU, X.; RAO, X.; YING, Y. Variable selection for partial least squares analysis of soluble solids content in watermelon using near-infrared diffuse transmission technique. **Journal of Food Engineering**, v.118, n.4, p.387-392, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.04.027>

JUNIOR, L.C.C.; DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B. Conservação de pêssegos ‘Aurora-1’ armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 386-396, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000041>.

LEAL, R.M.; NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ZACCARO, R.P. Adubação nitrogenada na implantação e na formação de pomares de caramboleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1111-1119, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000800007>.

MAGUIRE, K.M.; BANKS, N.H. Harvest date, cultivar, orchard and tree effects on water vapor permanence in apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v.125, n.1, p.100-104, 2000. <https://doi.org/10.21273/JASHS.125.1.100>

MODESTO, J.H.; VEDOATO, B.T.F.; LEONEL, S.; TECHIO, M.A. Crescimento vegetativo, fenologia, produção e sazonalidade dos frutos de pessegueiros e nectarineira. **Revista Magistra**, v. 26, n.3, p.425-430, 2014.

PEGORARO, C.; TADIELLO, A.; GIRARDI, C.L.; CHAVES, F.C.; QUECINI, V.; OLIVEIRA, A.C. DE; TRAINOTTI, L.; ROMBALDI, C.V. Transcriptional regulatory networks controlling woolliness in peach in response to preharvest gibberellin application and cold storage. **BMC Plant Biology**, v.279, p.1-14, 2015. <https://doi.org/10.1186/s12870-015-0659-2>

PEREIRA, J.F.M.; RASEIRA, A. Raleio. In: RASEIRA, M. C. B; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 309-327.

PICOLOTTO, L.; MANICA-BERTO, R.; PAZIN, D.; PASA, M.S.; SCHIMITZ, J.D.; PREZOTTO, M.E.; BETEMPS, B.; BIANCHI, V.J.; FACHINELLO, J.C. Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.6, p. 583-589, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600006>

PINTO, J.A.V.; BRACKMANN, A.; SCHORR, M.R.W.; VENTURIN, T.L.; THEWES, F.R. Indução de perda de massa na qualidade pós-colheita de pêssegos ‘Eragil’ em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, n.42, n.6, p.962-968, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000600002>

ROMBOLÀ, A. D.; SORRENTI, G.; MARODIN G.A.B.; DE PIERI, A.Z.; BARCA, E. Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, 2012. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p639>

SANTOS, C.M. DOS; ABREU, C.M.P. DE; FREIRE, J.M.; CORREA, A.D. Atividade antioxidante de frutos de quatro cultivares de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.339-344, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200002>

SINGLETON, V.L.; ROSSI JUNIOR, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

STRISSEL, T.; HALBWIRTH, H.; HOYER, U.; ZISTLER, C.; STICH, K.; TREUTTER, D. Growth-promoting nitrogen nutrition affects flavonoid biosynthesis in young apple (*Malus domestica* Borkh.) leaves. **Plant Biology**, v.7, n.6, p. 677–685. 2005. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2005-872989>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAGLIAVINI, M.; ZAVALLONI, C.; ROMBOLA, A.D.; QUARTIERI, M.; MALAGUTI, D.; MAZZANTI, F.; MILLARD, P.; MARANGONI, B. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. **Acta Horticulturae**, n.512, p.131-140, 2000. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.512.13>

TREVISAN, R.; PIANA, C.F. DE B.; TREPTOW, R. DE O.; GONÇALVES, E.D.; ANTUNES, L.E.C. Perfil e preferências do consumidor de pêssego (*Prunus persica*) em diferentes regiões produtoras no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p. 90-100, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000011>.

VASHISTH, T.; OLMSTEAD, M.A.; OLMSTEAD, J.; COLQUHOUN, T. A. Effects of Nitrogen Fertilization on Subtropical Peach Fruit Quality: Organic Acids, Phytochemical Content, and Total Antioxidant Capacity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 142, n. 5, p. 393-404, 2017. <https://doi.org/10.21273/JASHS04011-16>

XILOYANNIS, C.; CELANO, G.; NUZZO, V. Domanda annuale di elementi minerali in specie arboree da frutto in ambiente mediterraneo. **Italus Hortus**, v. 13, n. 3, p. 30-34, 2006.

4.6 Artigo 6

**Adubação potássica e seu impacto na produção e composição mineral de
pessegueiros**

Artigo a ser submetido à revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Adubação potássica e seu impacto na produção e composição mineral de pessegueiros

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros produtivos de pessegueiros submetidos a distintas doses de adubação potássica e estabelecer o nível crítico deste nutriente no solo e nas folhas. O experimento foi conduzido nas safras 2016, 2017 e 2018 em pomar comercial, localizado no município de Morro Redondo/RS – Brasil. Os pessegueiros da cultivar Sensação foram adubados com as doses de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio aplicado na superfície do solo. Durante os três anos foram avaliados a produção por planta, o número de frutos, a massa dos frutos, o diâmetro dos frutos e coletadas amostras de solo e folhas para realização de análise química. A adubação potássica em pomar de pessegueiro eleva os níveis deste nutriente na camada de 0 a 20 cm do solo. A adubação potássica via solo aumentou os teores de K nas folhas de pessegueiros na safra de 2017 e 2018. A produtividade dos pessegueiros responde à aplicação superficial de potássio via solo, mas não altera a massa média dos frutos. Não foi possível estabelecer o nível crítico entre a produtividade relativa e o teor de K no solo. O nível crítico estabelecido entre a produção o teor foliar de K dos pessegueiros foi de 2,84%.

Termos para indexação: *Prunus persica*; potássio; nutrição; nível crítico.

Abstract - The objective of this work was to evaluate the productive parameters of peach trees submitted to different doses of potassium fertilization and to establish the critical level of this nutrient in the soil and leaves. The experiment was conducted in the 2016, 2017 and 2018 crop in a commercial orchard, located in Morro Redond /RS - Brazil. Sensation peaches were fertilized at doses of 0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹ of K₂O as potassium chloride applied to the soil surface. During the three years the yield per plant, the number of fruits, the fruit mass, the diameter of the fruits and soil and leaf samples were collected for chemical analysis.

The potassium fertilization in peach orchard raises the levels of this nutrient in the layer of 0 to 20 cm of the soil. Soil potassium application increased the K content of peach leaves in the 2017 and 2018 session. Peach productivity responds to the superficial soil application potassium, but does not change the average fruit mass. It was not possible to establish the critical level between relative productivity and K level in the soil. The critical level established between production and leaf K content in peach trees was 2.84%

Index terms: *Prunus persica*; potassium; nutrition; critical level.

Introdução

O Brasil produz 220 mil toneladas de pêssegos, sendo essa produção concentrada principalmente nas regiões Sul e Sudeste (IBGE, 2019). O Rio Grande do Sul (RS) é o principal estado brasileiro em produção e área plantada, no entanto, a produtividade média do estado é considerada baixa quando comparada a outras regiões produtoras de pêssegos (IBGE, 2019), necessitando de pesquisas para melhorar as técnicas de cultivo e aumentar a produtividade dos pomares.

Sendo assim, torna-se necessária a busca por práticas de manejo que possibilitem maiores rendimentos para a cultura, como a escolha adequada de cultivares copa e de porta-enxertos (BARRETO et al., 2017), poda (GONÇALVES et al., 2014) e adubação equilibrada do pomar (FERREIRA et al., 2018). Entre essas práticas, a adubação é considerada preponderante em relação à produtividade, sendo necessário conhecer as doses adequadas para cada cultura e espécie (AMORIM et al., 2015; FERREIRA et al., 2018).

O nitrogênio (N) e o potássio (K) são os elementos minerais que as frutíferas de caroço mais necessitam, sendo o K o macronutriente mais exportado através dos frutos (ROMBOLÀ et al., 2012), necessitando, desta forma, de reposição anual para evitar o

empobrecimento do solo. Entre as funções que o K exerce nas plantas, destacam-se a ativação de diversas enzimas, a participação no transporte através da membrana, expansão celular, fotossíntese e acúmulo de carboidratos (MARSCHNER, 2011; BRUNETTO et al., 2015), podendo desta maneira alterar os parâmetros produtivos das culturas.

Ainda são escassas as informações sobre a resposta do pessegueiro à adubação potássica nas condições edafoclimáticas do Brasil. Os estudos já realizados com adubação potássica em pessegueiro no Brasil envolvem outros fatores como a poda verde e uso de plásticos no cultivo (TREVISAN et al., 2006) e formulações de adubos foliares contendo K (BERTOLINI et al., 2018), o que dificulta a separação dos efeitos entre os fatores estudados e o ajuste da real necessidade de K pela planta.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros produtivos de pessegueiros submetidos a distintas doses de adubação potássica e estabelecer o nível crítico deste nutriente no solo e nas folhas.

Material e métodos

O experimento foi realizado em 2016, 2017 e 2018 em pomar comercial localizado no município de Morro Redondo, no estado do Rio Grande do Sul (latitude 31°31'49.3"S e longitude 52°35'39.8"W). A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo "cfa" - clima sub tropical úmido, ou seja, é temperado úmido com verões quentes (ALVARES et al., 2013). O solo local é moderadamente profundo com textura média no horizonte A e argilosa no horizonte B, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2006).

A temperatura média, a precipitação e as horas de frio durante o período do experimento (2016, 2017 e 2018) foram coletadas da estação meteorológica da Embrapa

Clima Temperado, na estação experimental da Cascata, localizada no município de Pelotas, RS (Figura 1). As horas de frio foram calculadas com base nas temperaturas abaixo ou igual a 7,2°C e totalizaram 348 horas de frio no ano de 2016, 198 horas de frio para o ano de 2017 e 378 horas de frio no ano de 2018.

O pomar foi implantado no ano 2009 e composto por plantas da cultivar Sensação enxertadas sobre o porta-enxerto Capdeboscq, conduzidas no sistema em vaso e com espaçamento entre linhas de 5m e entre plantas de 2m, totalizando densidade de 1.000 plantas ha⁻¹. As análises físico-químicas do solo, realizadas antes da instalação do experimento, na camada de 0-20 cm, apresentaram os seguintes resultados: pH em água de 5,8; 3,2 cmol_c dm⁻³ H⁺Al; CTC_(pH 7,0) = 5,8; 11,3 mg dm⁻³ de P (teor baixo); 101 mg dm⁻³ de K (teor alto); 3,7 mmol_c dm⁻³ de Ca (teor alto); 0,9 cmol_c dm⁻³ de Mg (teor médio); 260 g Kg⁻¹ de argila e 220 g Kg⁻¹ de matéria orgânica.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por quatro plantas, mas somente as duas plantas centrais foram avaliadas. As doses de K utilizadas foram 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (60% de K), aplicadas anualmente próximas à plena floração dos pessegueiros (metade do mês de julho), na faixa de projeção da copa das plantas, sobre a superfície do solo, sem incorporação. Todas as parcelas receberam doses iguais de nitrogênio (N) e fósforo (P), conforme recomendações da CQFS – RS/SC (2016).

As variáveis de rendimento foram obtidas coletando-se e pesando-se os frutos produzidos pelas duas plantas centrais de cada parcela; massa média de frutos, estimada pela divisão da massa total dos frutos em cada planta pelo número de frutos coletados por planta e os resultados expressos em gramas; número de frutos por planta, obtidos através da contagem dos frutos coletados por planta; produtividade (t ha⁻¹). Após a colheita, vinte pêssegos por

repetição foram avaliados quanto ao diâmetro, com auxílio de paquímetro digital e os resultados expressos em milímetros.

Durante os três anos foram coletadas folhas completas (limbo + pecíolo) da parte média dos ramos do ano, nos diferentes lados das plantas, entre a 13^a e a 15^a semanas após a plena floração. Estas folhas foram secas em estufa, moídas e preparadas para análise dos teores totais de macro e micronutrientes (CQFS – RS/SC, 2016), segundo metodologia proposta por Carmo et al. (2000). Também foi realizada coleta de solo nas camadas de 0-10 e 0-20 cm para determinação do pH em água por meio de potenciometria e teores de macro e micronutrientes, segundo metodologia Tedesco et. al. (1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas as equações de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático pelo teste F ($P < 0,05$). Para os resultados de análise foliar e de solo foram realizadas correlações destas entre si e com a produtividade.

Resultados e discussão

Os teores de K disponíveis na camada de 0-10 cm aumentaram em função do incremento das doses de adubação potássica aplicadas no solo, nos três anos avaliados (Tabela 1). O aumento na camada superficial do solo pode ser atribuído à aplicação do K na superfície do solo, sem incorporação, e a adsorção de parte do K pelas partículas coloidais do solo (DUARTE et al., 2013). Esse aumento do teor de K na camada superficial (0-10 cm) do solo corrobora com os resultados de Brunetto et al. (2015), os quais estudaram o efeito da aplicação de doses de K durante três anos e verificaram que houve aumento do teor de K na camada superficial do solo em função do aumento das doses aplicadas em pomares de pereira.

Nos três anos de estudos, verificou-se aumento linear dos teores de K de acordo com o incremento das doses de K aplicadas no solo nas camadas de 10-20 e 0-20 cm (Tabela 1). Parte do K aplicado na superfície do solo migrou em profundidade, principalmente nas maiores doses (120 e 160 Kg ha⁻¹ de K₂O), devido à solubilidade deste nutriente em superfície e por causa do K⁺ no solo realizar ligações eletrostáticas, o que confere a esse elemento alta mobilidade no perfil do solo (ERNANI et al., 2016).

O aumento de K⁺ em sub superfície devido à maior mobilidade, é importante, pois os fertilizantes são aplicados sobre a superfície do solo, mas para serem absorvidos necessitam chegar até as raízes. Os íons K⁺ se movem no solo em direção às raízes principalmente por difusão, uma vez que a quantidade que chega até as raízes por fluxo de massa é muito menor do que a taxa de absorção (NEVES et al., 2009; FAGERIA, 2009). A difusão de um de íon no solo depende do conteúdo de água, gradiente de concentração do íons K⁺, pH do solo (FAGERIA, 2009) e do poder tampão do nutriente (NEVES et al., 2009). Em ambos os anos a aplicação deste nutriente ocorreu na metade de julho durante a plena floração dos pessegueiros, e após constatou-se quantidades elevadas de chuvas nos meses seguintes (Figura 1), o que também pode ter contribuído para a mobilidade do K no solo.

As aplicações superficiais de K elevam os níveis desse nutriente na camada de 0-20 cm do solo (Tabela 1) e, portanto, mantém o nutriente ao alcance de grande parte do sistema radicular dos pessegueiros. Segundo Freire e Magnani (2014), os pessegueiros absorvem água e nutrientes principalmente pelas raízes mais finas, sendo que 50% dessas raízes situam-se até 20 cm de profundidade do solo.

Os teores foliares de K nos pessegueiros não apresentaram resposta à adubação potássica no primeiro ano do estudo (2016) (Tabela 1), o que possivelmente se deve às reservas desse nutriente nas plantas, acumuladas anteriormente à instalação do experimento. Entretanto, no segundo e terceiro ano do estudo (2017 e 2018) o teor foliar de K aumentou de

acordo com o incremento das doses de K aplicadas no solo (Tabela 1). Isso pode ser atribuído pelo aumento do teor de K trocável no solo, com a aplicação das doses do nutriente, como foi observado, tanto na camada de 0-10 como na de 0-20 cm, (Tabela 1), o que promove o incremento do teor desse nutriente na solução do solo, e conseqüente da absorção pela planta. Os teores de K foliar, em todos os tratamentos observados nesse estudo foram classificados entre normal (1,40% – 2,00%) e excessivo (> 2,80%), segundo o CQFS-RS/SC (2016).

A adubação potássica promoveu o incremento da produtividade dos pessegueiros nas três safras avaliadas (Tabela 2). A produtividade apresentou comportamento quadrático, onde os maiores valores foram observados nas doses de 68, 97 e 68 kg ha⁻¹ de K₂O nos anos de 2016, 2017, 2018, respectivamente. Na safra de 2018, verificou-se uma drástica redução da produtividade (Tabela 2). Em pessegueiros pode haver alteração da produtividade entre as safras devido principalmente à desuniformidade da floração e às condições edafoclimáticas do cultivo (BARRETO et al., 2017). Deste modo, para fins de avaliação nutricional das plantas consideraram-se somente os dois primeiros anos deste estudo, onde se constatou a média de 2,77% de teor de K nas folhas dos pessegueiros não adubados com K. Para esse teor de K, a CQFS-RS/SC (2016) recomenda a aplicação de 36 Kg de K₂O/ha, valor este inferior aos verificados neste estudo para aumentar a produtividade.

Os pessegueiros exportam pelos frutos 2 Kg de K por tonelada produzida (TAGLIAVINI et al., 2000), portanto, a quantidade recomendada de K pelo CQFS-RS/SC (2016) não é suficiente nem para suprir a demanda da exportação dos frutos, pois o número de frutos por planta somente foi influenciado pelas doses de K na safra de 2018, sendo o maior número de frutos verificado na dose de 80 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 2). Entretanto, a massa média dos frutos de pessegueiros não foi alterada pelas doses crescentes de K no solo em nenhuma das três safras avaliadas (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com Brunetto

et al. (2015), os quais verificaram que a aplicação de K, em três safras, não afetou a massa dos frutos de pereira.

O diâmetro dos frutos respondeu às doses de potássio somente no ano de 2016, sendo a dose de 72,9 Kg ha⁻¹ de K₂O aplicada no solo a que proporcionou frutos de maior diâmetro (Tabela 2). Os resultados da resposta do diâmetro dos frutos em relação a adubação potássica nem sempre são evidentes. Ghanem e Mimoun (2017) observaram que o diâmetro dos frutos de ameixeira das cultivares 'Strival' e 'Black Star' não apresentou diferença em função do uso de K. No entanto, diferentes doses de K, aplicadas via foliar e combinado com regimes hídricos não alteraram o diâmetro de pêssegos (DBARA et al., 2016).

Embora a produtividade dos pessegueiros tenha respondido a adubação potássica, essa variável reduziu nas doses mais altas de K no solo (Tabela 2), o que pode ser atribuído ao efeito de competição do K na absorção de outros nutrientes como o cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (Tabela 3). Isto acontece porque K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ competem pelos mesmos sítios de absorção, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em relação aos outros (ERNANI, 2016; BERTOLINI et al., 2018). Altas doses K no solo podem ter promovido o desbalanceamento da relação com outros cátions no solo, reduzindo a absorção desses, bem como a produtividade. Apesar de que os teores de Ca e Mg, os teores foliares de nitrogênio, fósforo, cobre, ferro, manganês e zinco não foram alterados pelas doses de K no solo, nos três anos de avaliação (Tabela 3).

Foi possível estabelecer o nível crítico entre a produção dos pessegueiros e o teor de K foliar (Figura 2). Para atingir 90% da produção máxima, o valor crítico de K nas folhas foi de 2,84%. Segundo a CQFS-RS/SC (2016), teores foliares de K acima de 2,80% são considerados excessivos para a cultura do pessegueiro, indicando discrepância com o nível crítico encontrado no presente estudo.

O estabelecimento da relação entre a produtividade relativa das três safras avaliadas e o teor de K trocável na camada de 0-10 cm (Figura 3A) e na camada de 10 a 20 cm do solo (Figura 3B) não permitiu estabelecer o nível crítico do nutriente no solo. Apesar da produtividade dos pessegueiros ter sido alterada pelas doses de K, observou-se forte alternância de produção na última safra (Tabela 2), não permitindo a obtenção de relação significativa entre o rendimento relativo e os teores de K no solo, independentemente da camada avaliada.

Conclusões

1. A adubação potássica aumenta os teores de potássio nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade do solo, bem como nas folhas dos pessegueiros.
2. A produtividade dos pessegueiros responde à aplicação superficial de potássio, sendo que as doses anuais para obtenção das máximas produtividades situam-se entre 68 a 97 Kg ha⁻¹ de K₂O.
3. O nível crítico estabelecido entre a produção e o teor foliar foi 2,84% de K nas folhas dos pessegueiros.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo e recursos financeiros e a EMBRAPA pelo apoio em infra-estrutura e logística na execução deste trabalho.

Referências

- ALVES, G.; SILVA, J. da; MAY DE MIO, L.L.; BIASI, L.A. Comportamento fenológico e produtivo de cultivares de pessegueiro no município da Lapa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1596-1604, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012001100006.
- AMORIM, D.A. de; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de.; MODESTO, V.C.; NATALE, W. Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras ‘Paluma’: I. Efeito na produtividade e na qualidade dos frutos para industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.201-209, 2015. DOI: 10.1590/0100-2945-051/14.
- BARRETO, C.F.; KIRINUS, M.B.M.; SILVA, P.S.; SCHIAVON, C.R.; ROMBALDI, C.V.; MALGARIM, M.B. & FACHINELLO, J.C. Agronomic performance of the Maciel peach with different rootstocks. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1217-1228, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1217.
- BEN MIMOUN, M.; MARCHAND, M. Combined effect of restricted irrigation and potassium on yield and quality of apricot (*Prunus armeniaca* L.). **Acta Horticulturae**, v.1130, p.519-524, 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1130.78.
- BERTOLINE, I.; FOGAÇA, M.A. DE F.; DAL MAGRO, L. Aplicação de fertilizantes foliares potássicos na produção e qualidade de pêssego. **Revista Agrária Acadêmica**, v.1, n.1, 2018.
- BRUNETTO, G.; NAVA, G.; AMBROSINI, V.G.; COMIN, J.J.; KAMINSKI, J. The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p.507- 516, 2015. DOI: 10.1590/0100-2945-027/14.
- CARMO, C. A. F. de S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2000. 41 p

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo regional Sul, 2016. 314 p
- DBARA, S.; GADER, T.; BEN MIMOUN, M. Improving yield and fruit quality of peach cv. 'Flordastar' by potassium foliar spray associated to regulated deficit irrigation. **Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology**, v. 28, n.10, p. 1631-1637, 2016.
- DUARTE, I. N.; PEREIRA, H.S.; KORNDÖRFER, G.H. Lixiviação de potássio proveniente do termopotássio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 43, n. 2, p. 195-200, 2013. DOI: 10.1590/S1983-40632013000200003.
- ERNANI, P.R. **Química do Solo e disponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Lages, 2016. 256 p.
- FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crop plants**. CRC Press, 2009. p. 448.
- FERREIRA, L.V.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I.S.; SCHMITZ, J.D.; ANTUNES, L.E.C. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.53, n.2, p.172-181, 2018. DOI: 10.1590/s0100-204x2018000200005.
- FREIRE, C.J. da; MAGNANI, M. Adubação e correção do solo. In: RASEIRA, M. do C.B.; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 2014. p.259-281.
- GHANEM, M.; BEN MIMOUN, M. Effect of Potassium Foliar Spray on Two Plum Trees Cultivars: 'Strival' and 'Black Star'. **Acta Horticulturae**, v. 874, p.83–90. DOI:10.17660/actahortic.2010.874.10.
- GONÇALVES, M.A.; PICOLOTTO, L.; QUINTANILHA, F.A.; COCCO, C.; ANTUNES, L.E.C. Qualidade de fruto e produtividade de pessegueiros submetidos a diferentes épocas de poda. **Ciência Rural**, v.44, n.8, 2014. DOI: 10.1590/0103-8478cr20120617.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2017. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/Tabela/listabl.asp?z=teo=11ei=Pec=1613>>. Acesso em: 30 set. 2019.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. Orlando: Academic Press, 2011.

NEVES; L.S. DAS; ERNANI, P.R.; SIMONETE, M.A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33 n.1, P.25-32, 2009. DOI: 10.1590/S0100-06832009000100003.

ROMBOLÀ, A. D.; SORRENTI, G.; MARODIN G.A.B.; DE PIERI, A.Z.; BARCA, E. Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n2p639.

SANTOS, H.G. DOS; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. DOS; OLIVEIRA, V.A. DE; OLIVEIRA, J.B. DE; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. & CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p., 2006.

TAGLIAVINI, M.; QUARTIERI, M.; ROMBOLÁ, A. D.; ZAVALLONI, C.; MALAGUTI, D.; MARANGONI, B.; SCUDELLARI, D. Ripartizione degli elementi minerali nei frutti degli alberi decidui. **Frutticoltura**, v. 62, n. 1, p. 83-87, 2000.

TREVISAN, R.; HERTER, F.G.; COUTINHO, E.F.; GONÇALVES, E.D.; SILVEIRA, C.A.P; FREIRE, C.J. DA S. Uso de poda verde, plásticos refletivos, antitranspirante e potássio na produção de pêssegos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1485-1490, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006001000005

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5).

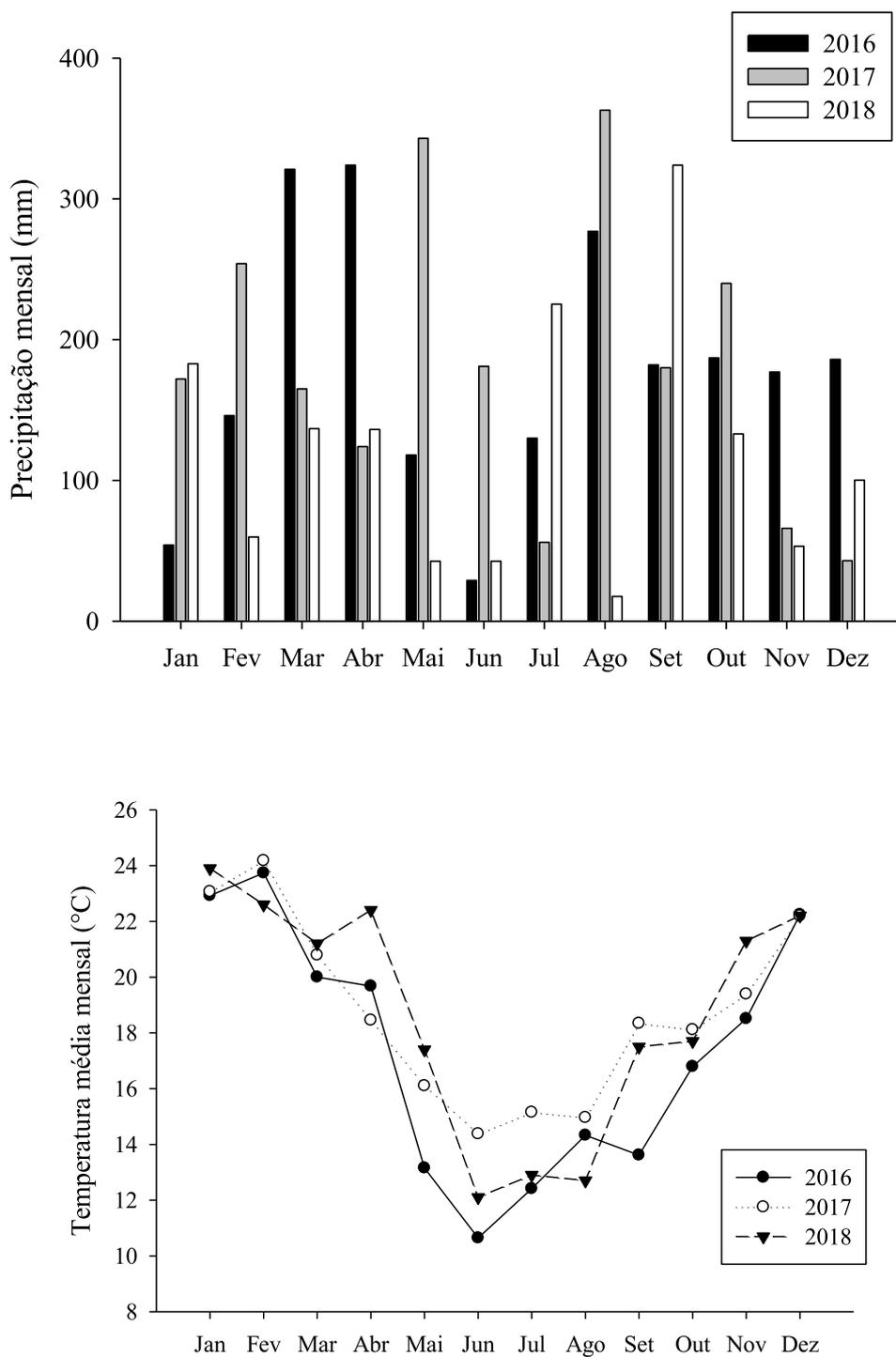


Figura 1. Precipitação mensal e temperatura média dos anos de 2016, 2017 e 2018 para Pelotas, RS. Estação experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS.

Tabela 1. Teor de potássio disponível no solo na camada de 0-10 cm, 10-20 cm e 0-20 cm e teor foliar em pessegueiros submetidos à adubação com diferentes doses de potássio no município de Morro Redondo, RS, no ano de 2016, 2017 e 2018. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Camada (cm)			Teor de K nas folhas (%)
	0 - 10	10 - 20	0-20	
Teor de K disponível (mg dm ⁻³)				
2016				
0	124,50	104,25	114,37	2,84
40	142,00	128,50	135,75	2,83
80	171,25	141,50	156,37	2,86
120	180,50	151,50	166,00	2,85
160	196,25	176,50	186,37	2,89
CV (%)	13,90	14,08	10,88	3,54
Linear	*(1)	*(4)	*(7)	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
2017				
0	94,00	78,75	86,37	2,71
40	130,75	127,50	129,12	2,66
80	151,50	184,75	168,12	3,29
120	201,00	205,50	203,25	3,26
160	211,50	209,25	210,37	3,38
CV (%)	16,19	15,38	14,45	6,95
Linear	*(2)	*(5)	*(8)	*(10)
Quadrática	ns	ns	ns	ns
2018				
0	98,25	86,75	92,50	1,92
40	178,00	137,25	157,62	2,06
80	152,50	135,00	143,75	2,28
120	213,50	195,75	204,62	2,15
160	218,75	208,50	213,62	2,32
CV (%)	9,21	10,88	8,88	10,13
Linear	*(3)	*(6)	*(9)	*(11)
Quadrática	ns	ns	ns	ns

ns não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾y = 126,50 + 0,455x (R² = 0,9734); ⁽²⁾y = 96,70 + 0,7631x (R² = 0,9714); ⁽³⁾y = 116,9 + 0,6913x (R² = 0,7831); ⁽⁴⁾y = 106,96 + 0,4188x (R² = 0,9755); ⁽⁵⁾y = 93,35 + 0,8475x (R² = 0,9007); ⁽⁶⁾y = 92,25 + 0,755x (R² = 0,9242); ⁽⁷⁾y = 99,24 + 0,4388x (R² = 0,9714); ⁽⁸⁾y = 95,02 + 0,8053x (R² = 0,9566); ⁽⁹⁾y = 104,57 + 0,7231x (R² = 0,8658); ⁽¹⁰⁾y = 2,67 + 0,0049x (R² = 0,7877); ⁽¹¹⁾y = 1,968 + 0,0022x (R² = 0,7422).

Tabela 2. Produtividade, número de frutos, massa e diâmetro médio dos frutos de pessegueiros submetidos a adubação potássica com diferentes doses de potássio no município de Morro Redondo, RS, no ano de 2016, 2017 e 2018. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Produtividade (t ha ⁻¹)	Número de frutos	Massa média dos frutos (g)	Diâmetro dos frutos (mm)
2016				
0	24,49	285	88,34	59,23
40	29,89	277	116,24	59,69
80	28,60	283	104,00	61,79
120	24,34	259	94,34	59,89
160	23,57	250	97,99	57,80
CV (%)	10,29	20,09	7,99	2,40
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	*(1)	ns	ns	*(5)
2017				
0	23,09	142	162,91	64,33
40	28,14	169	167,17	67,09
80	25,45	154	167,98	65,81
120	27,62	160	180,54	65,54
160	25,56	163	157,57	67,69
CV (%)	6,57	14,53	14,84	3,73
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	*(2)	ns	ns	ns
2018				
0	6,81	58	115,01	64,70
40	7,46	72	102,43	63,38
80	13,08	102	127,78	63,12
120	5,35	44	121,81	61,64
160	6,44	46	146,31	64,57
CV (%)	23,94	15,77	16,44	3,01
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	*(3)	*(4)	ns	ns

ns não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ $y = 25,555 + 0,0816x - 0,0006x^2$ ($R^2 = 0,5506$); ⁽²⁾ $y = 23,751 + 0,779x - 0,0004x^2$ ($R^2 = 0,5080$); ⁽³⁾ $y = 6,661 + 0,0819x - 0,0006x^2$ ($R^2 = 0,3237$); ⁽⁴⁾ $y = 58,543 + 0,6654x - 0,005x^2$ ($R^2 = 0,5061$); ⁽⁵⁾ $y = 58,912 + 0,0583x - 0,0004x^2$ ($R^2 = 0,8044$).

Tabela 3. Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em pessegueiro em resposta à aplicação de diferentes doses de K no solo em 2016 e 2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	N	P	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	%				mg kg ⁻¹			
2016								
0	3,11	0,17	1,85	0,54	8,50	68,25	154,00	57,00
40	3,05	0,17	1,65	0,50	8,00	72,75	155,50	59,75
80	3,16	0,17	1,71	0,47	8,00	66,00	152,50	60,50
120	2,59	0,17	1,57	0,46	7,25	68,25	154,50	58,25
160	3,07	0,17	1,38	0,35	7,25	66,50	144,25	59,75
Linear	ns	ns	*(1)	*(2)	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2017								
0	3,37	0,35	1,82	0,52	8,75	71,00	149,25	43,75
40	3,59	0,36	1,76	0,51	9,00	72,25	149,25	43,00
80	3,54	0,36	1,75	0,47	10,00	64,50	150,25	42,50
120	3,61	0,35	1,59	0,44	8,50	71,75	162,25	42,50
160	3,36	0,36	1,52	0,48	9,25	72,75	154,50	40,25
Linear	ns	ns	*(3)	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2018								
0	2,93	0,29	1,76	0,68	4,32	78,77	151,75	20,85
40	2,71	0,28	1,65	0,58	3,50	76,56	152,25	30,20
80	2,73	0,28	1,74	0,65	3,42	79,85	176,25	22,50
120	2,90	0,28	1,50	0,54	3,57	72,37	155,25	20,10
160	2,81	0,29	1,51	0,53	5,10	72,65	131,25	20,55
Linear	ns	ns	*(4)	*(5)	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns não significativo para análise de regressão; * significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ $y = 1,833 - 0,0025x$ ($R^2 = 0,8564$); ⁽²⁾ $y = 0,55 - 0,0011x$ ($R^2 = 0,8779$); ⁽³⁾ $y = 1,8415 - 0,0019x$ ($R^2 = 0,9135$); ⁽⁴⁾ $y = 1,762 - 0,0016x$ ($R^2 = 0,6963$); ⁽⁵⁾ $y = 0,664 - 0,0009x$ ($R^2 = 0,6524$).

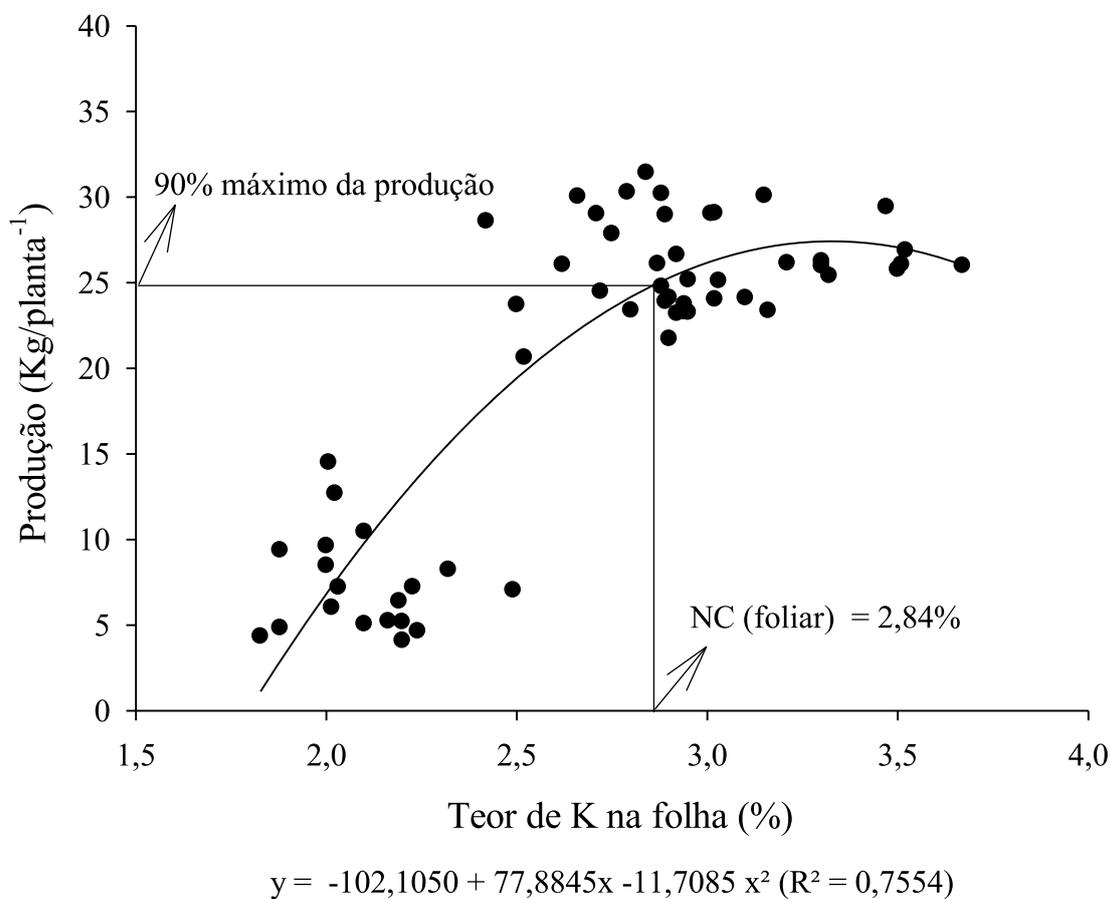


Figura 2. Relação entre o rendimento relativo de pessegueiros ‘Sensação’ e o teor de K foliar durante os anos de 2016, 2017 e 2018. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

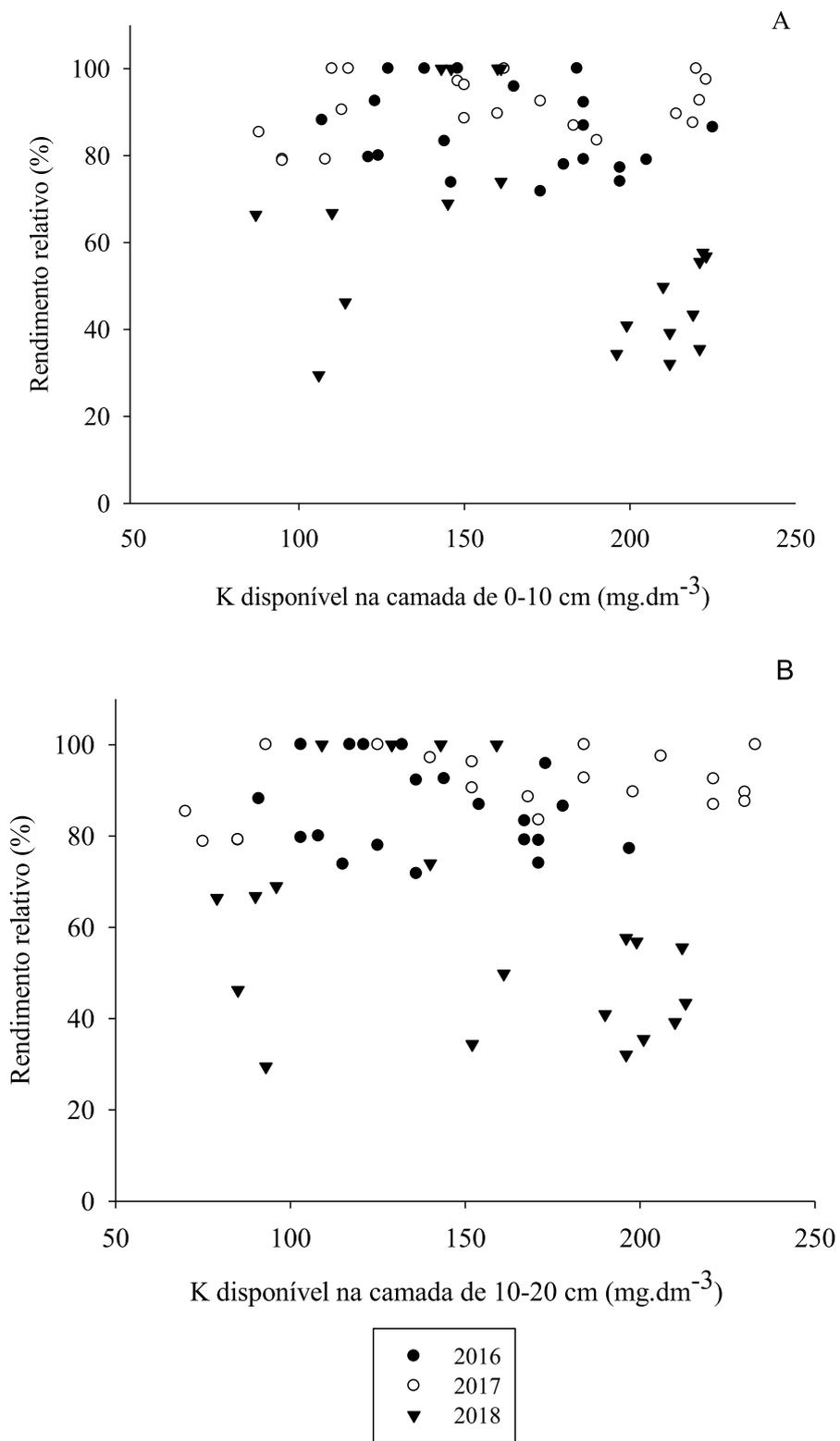


Figura 3. Relação entre o rendimento relativo de pessegueiros ‘Sensação’ e o teor de K disponível na camada de solo 0-10 cm (A) e de 10 a 20 cm (B) durante os anos de 2016, 2017 e 2018. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2018.

4.7 Artigo 7

Effect of potassium fertilizers associated with cold storage on peach (*Prunus persica* L.) quality

Caroline Farias Barreto, Letícia Vanni Ferreira, Renan Navroski, Jorge Atilio Benati, Rufino Fernando Flores Cantillano, Marcia Vizzotto, Gilberto Nava, Luis Eduardo Correa Antunes

Artigo aceito pela Revista Australian Journal of Crop Science

**Effect of potassium fertilizers associated with cold storage on peach (*Prunus persica* L.)
quality**

Caroline Farias Barreto^{1*}; Letícia Vanni Ferreira²; Renan Navroski¹; Jorge Atílio Benati¹;
Rufino Fernando Flores Cantillano³; Marcia Vizzotto³; Gilberto Nava³ & Luis Eduardo
Correa Antunes³

¹ Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil.

² PhD em Agronomia.

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

*Corresponding author: carol_fariasb@hotmail.com

Abstract

Potassium (K) fertilization may affect peach quality and preservation. This study aimed at evaluating the effect of K doses on physico-chemical and functional characteristics of ‘Sensação’ peaches in the postharvest period. Mass loss, pulp color, total soluble solids, titratable acidity, pH, pulp and skin firmness, total concentrations of phenolic compounds and carotenoids and antioxidant activity were evaluated in fruits. The experiment was a randomized block design in a 5x3 factorial scheme, five doses of fertilizers (0, 40, 80, 120 and 160 Kg ha⁻¹ K₂O) and three storage periods (harvest day, 10 days and 20 days in cold storage at 1±1°C, followed by a day of simulated commercialization at 20±1°C). Mass loss, pulp firmness, phenolic compounds, antioxidant activity and carotenoids decreased when fruit underwent cold storage, independent of the dosage of K fertilization. Doses of 40 and 160 kg ha⁻¹ K₂O applied to the soil lead to a larger number of phenolic compounds and higher antioxidant activity in fruits at harvest time. After cold storage, fertilization with 160 kg ha⁻¹

K₂O exhibited the highest antioxidant activity and the lowest mass loss in fruits. Increase in doses of K strengthened the color of peach pulp.

Keywords: bioactive compounds, plant nutrition, postharvest period, *Prunus persica*

Abbreviations: K_ Potassium; K₂O_ potassium chloride; RS_ Rio Grande do Sul; CV_ Coefficient of variation.

Introduction

Peach trees (*Prunus persica*) represent an economically and socially important culture in Brazil, a country that yields about 216 thousand ton of peaches per year, mainly in the South and in the Southeast. Rio Grande do Sul (RS), the southernmost state, is the country's major producer, since it yields 117 thousand ton of fruit per year (IBGE, 2018) and dominates peach cultivation both for consumption and industry.

'Sensação' is a peach cultivar that has been recommended for processing as well as fresh fruit consumption. It results from an open pollination of the selection 'Conserva 471', which originates from hybridization between the cultivar 'Alpes' and the selection 'Conserva 102' (Raseira et al., 2014).

In order to commercialize peaches, they must have quality, thus factors, such as size, color, taste and lack of defects, are important. These characteristics are directly related to cultivar genetics, edaphoclimatic conditions, use of culture techniques (Farias et al., 2019; Mayer et al., 2019) and orchard fertilization (Ferreira et al., 2018).

However, since post-harvest of these peaches is limited by their high perishability, they need to be commercialized and/or consumed right after harvest or store using methods

that aim at extending the preservation period (Pegoraro et al., 2015). Refrigeration has been the most common storage method used for ing peaches (Pinto et al., 2012).

An alternative to extend shelf life is to align refrigeration with potassium (K) fertilization. K is not only the most exported essential macronutrient from fruits (Rombolá et al., 2012), but it also performs specific and essential functions in plants, such as cell expansion, photosynthesis, protein synthesis and carbohydrate transport and accumulation (Taiz et al., 2017).

K fertilization may also extend preservation periods stone fruit (Rombolá et al., 2012), besides influencing fruit resistance (Ganeshamurthy et al., 2011), pulp color, firmness (Trevisan et al., 2006), acidity (Jawandha et al., 2017; Castricini et al., 2017) and soluble solids (Solhjoo et al., 2017; Jawandha et al., 2017). K fertilization may influence fruit quality since this nutrient is related to reactions of enzyme synthesis and activation, which contribute to fruit ripening, sugar synthesis and maintenance of cell turgor (Lester et al., 2010; Taiz et al., 2017).

Since there are very few data on the effect of K on physico-chemical characteristics of fruits, mainly on their bioactive compounds during storage, this study aimed to evaluate the effect of the combination of K doses fertilization and different periods of cold storage on physico-chemical and phytochemical characteristics of peaches in post-harvest.

Results and discussion

Loss of peach mass after cold storage

Fruit mass loss, on day 10+1, was significantly lower when 120 kg ha⁻¹ K₂O (Table 1) was used. When peaches were stored for 20+1 days, the lowest mass losses were observed with the use of 160 kg ha⁻¹ K₂O, by comparison with plants which got 40 kg ha⁻¹ K₂O. Results

show dose dependent variation but do not establish any direct relationship. K fertilization favors increase in fruit size (Souza et al., 2013).

Thus, high doses of K applied to plants may increase fruit size and influence mass loss during cold storage. According to Tutida (2006), high doses of K decrease plum mass loss after cold storage. Peach mass loss increased in the storage periods (Table 1), regardless of the dose of K, as the result of water loss, mainly due to transpiration, which is related to the vapor-pressure deficit between fruits and the environment (Pinto et al., 2012).

Titrateable acidity and pH in peaches

K fertilization influenced titrateable acidity at harvest time; the dose of 120 kg ha⁻¹ K₂O exhibited the lowest value of acidity (Table 2). Concerning consumption of fresh peaches, low acidity is desirable. Since doses of K fertilization decreased fruit acidity at harvest time, it is an important factor for increasing of fresh consumption of 'Sensação'. Variation in acid contents in fruits may be associated with their ripening process, since K fertilization is related to reactions enzyme synthesis and activation which directly contribute to this process. Increase in K doses may have brought forward the fruit ripening process and increased organic acid degradation and, thus, decreased peach acidity in the harvest period.

Fruit pH did not show any difference between doses of K on harvest day and after 10+1 storage days (Table 2). However, after 20+1 days, pH of fruit juice was higher when 160 kg ha⁻¹ K₂O was applied; but it only differed from the dose of 80 kg ha⁻¹ K₂O. According to Çolvan et al. (2013), increase in fruit pH may result from increase in K, a fact that was observed in the experiment described in this paper after 20+1 storage days. The fact that the highest dose of K fertilization increased fruit pH after 20+1 storage days may be undesirable because, in conditions of high K concentration, there may be stoichiometric exchange of protons, causing decrease in malic acid transport to the cytoplasm and leading to decrease in

its degradation rate. Thus, malic acid may decrease and result in increase in pH and microbiological damage.

Fruit pH decreased between storage periods when doses of 80 and 120 kg ha⁻¹ K₂O were applied, while the other doses did not show any differences among storage periods under study (Table 2). The lowest values of fruit pH may have occurred due to water loss during storage, a fact that led to H⁺ ion concentration.

Phenolic compounds in peach pulp

Both phenolic compound content and antioxidant activity varied as the result of doses of K fertilization and storage periods (Table 3). Peaches that had the highest concentrations of phenolic compounds at harvest time were yielded by plants to which 40 and 160 kg ha⁻¹ K₂O had been applied.

When peaches were submitted to 10+1 and 20+1 days storage days, the highest concentration of phenolic compounds was found in fruits of plants that had received 40 and 160 kg ha⁻¹ K₂O. In general, doses of 40 and 160 kg ha⁻¹ K₂O increased the production of phenolic compounds in the three periods under evaluation. The fact that K fertilization applied to the soil influences phenolic compound contents in peaches draws much commercial interest, since phenolic compounds are beneficial to health (Silva et al., 2010). Although doses of 40 and 160 kg ha⁻¹ K₂O led to the increase in phenolic compounds, it should be highlighted that, if the objective is to increase such chemicals content, a lower dose (40 kg ha⁻¹ K₂O) can be used, considering fertilizer costs and a sustainable ecosystem.

Phenolic compounds were found to decrease in fruits throughout storage days; they were more accentuated in peaches yielded by plants that had not gotten any K fertilization (Table 3). In the case of no K fertilization at all, phenolic compounds decreased 39% between harvest day and after 20+1 storage days. This decrease may result from the fact that peaches

were stored at $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ in this study. It may have caused high oxidation of phenolic compounds at low temperature. According to Junmatong et al. (2015) at low temperatures, there may be production of species that react to oxygen, thus, resulting in higher consumption of phenolic compounds. Besides, the decrease may also be attributed to several chemical and enzyme changes that take place in phenols throughout the fruit ripening process (Vieites et al., 2012).

Antioxidant activity in peach pulp

Regarding antioxidant activity, fruits yielded by plants which got 40 and 160 kg ha^{-1} K_2O exhibited the highest concentrations on harvest day (Table 3). After 10+1 storage days, the highest means of antioxidant activity were found when 160 kg ha^{-1} K_2O was applied to the plants, did not differ from 40 e 80 kg ha^{-1} K_2O . Peaches stored for 20+1 days exhibited high antioxidant activity when 160 kg ha^{-1} K_2O was applied to the plants. Therefore, if the objective is the consumption of peaches with high content of antioxidant compounds, doses of 40 and 160 kg ha^{-1} K_2O may be used at harvest time. However, if peaches undergo cold storage, plant must be fertilized with 160 kg ha^{-1} K_2O to keep high concentrations of this compound throughout fruit storage and commercialization.

Concerning fruit storage, antioxidant activity of peaches, regardless of doses of K, decreased in the periods under evaluation, mainly after 20+1 days (Table 3). Antioxidant activity of peaches decreased throughout cold storage; it may have happened because the phenolics compound degrade at low temperatures. According to Rotili et al. (2013), it results from the activity of compounds that are either degraded or synthesized during storage as a response to biotic and abiotic stress. In addition, decrease in antioxidant activity may be related to decrease in phenolic compounds, since a strong relation was found between both variables ($r = 0.946$). This correlation between the compounds has also been observed t by Pereira et al. (2017).

Pulp color in peaches

Pulp color, expressed as °Hue, exhibited linear increase as a response to doses of K applied to the soil (Figure 1). Color is one of the important attributes in fruit commercialization; thus, the dose of 160 kg ha⁻¹ K₂O, applied to the soil, led to high color intensity in peach pulp. K is directly related to fruit color due to its mobility in plant phloem and xylem, solute transport, assimilate partitioning and synthesis of polyphenols, which are responsible for fruit color and aroma (Brunetto et al., 2015). These results corroborate the ones found by Bertolini et al. (2018), who found intense color in ‘Marli’ peaches when K fertilization was used. Pulp color did not show any difference during fruit storage and the °Hue mean was 82.4.

Epidermis and pulp firmness in peaches

Regarding epidermis firmness, quadratic behavior was found; the highest value was observed when about 80 kg ha⁻¹ K₂O was applied to the soil (Figure 1). Epidermis firmness is an important attribute to maintain fruit integrity throughout transport and commercialization. Ganeshamurthy et al. (2011) state that one of the beneficial effects of K is fruit resistance to handling and/or physical damage during transportation and storage.

Even though K is considered an element that influences fruit quality (Castricini et al., 2017), increase in doses of K did not change pulp firmness in the conditions of this study (Table 4). It contradicts data found in the literature which reports that increase in doses of K decreases citrus firmness (Castricini et al., 2017) and apple firmness (Souza et al., 2013). The absence of any effect may result from pectin activity, since it is a polymer that determines firmness and contributes to mechanical resistance of cell walls but its activity is not affected by fertilizers applied to plants.

Pulp firmness and epidermis firmness decreased in the storage periods (Table 4). After cold storage, peaches were in an advanced stage of ripening due to pectin solubilization and decrease in cohesion among cells. Pulp firmness decreased as a consequence of solubilization of cell wall components (Pegoraro et al., 2015). Decrease in pulp firmness in peaches during cold storage was also observed by Barreto et al. (2016).

Soluble solids in peaches

Contents of soluble solids found in peaches were not affected by different doses of K applied to the peach trees (Table 4). These data agree with the ones reported by Tutida (2006), who found that contents of soluble solids did not change after K application. However, other authors reported that K fertilization increases concentrations of soluble solids in fruits (Solhjo et al., 2017; Jawandha et al., 2017), since this nutrient helps carbohydrate transport. In this study, the initial level of K in the soil (high content) may have been enough to reach this objective and better response was not obtained. In the storage periods, these contents increased, a fact that shows the advanced stage of fruit ripening, since this process leads to increase in both sugar concentration (Jie et al., 2013) and mass loss.

Carotenoids in peach pulp

Contents of carotenoids in peaches was not affected by different doses of K fertilization (Table 4). This result may be due to the fact that the initial level of K in the soil may have been enough to reach this objective. Thus, no response was given to this variable. According to Fanasca et al. (2006), this nutrient may be involved in the activation of several enzymes that regulate carbohydrate metabolism, such as isopentenyl pyrophosphate, precursor of carotenoid biosynthesis.

Fruits evaluated at harvest time exhibited higher contents of carotenoids than the ones that were evaluated after cold storage. It may have happened due to carotenoid degradation caused by oxidation resulting from the high temperature throughout the period of simulated commercialization (Pestana et al., 2008).

Materials and methods

Plant material and study area

In this experiment, peaches of 'Sensação' were harvested in the 2016 session in a commercial orchard which had been implanted in 2012, in Morro Redondo, RS, Brazil (31°31'49.3"S and 52°35'39.8"W). Physico-chemical analyses of the soil, that were carried out before the assay were conducted, and reached the following results: pH in water was 5.8; 11.3 mg dm⁻³ P; 101 mg dm⁻³ K; 3.7 cmolcdm⁻³ Ca; 0.9 cmolc dm⁻³ Mg; 22 g kg⁻¹ organic matter; and 26 g kg⁻¹ clay.

Treatments and experimental design

The following doses of K were applied to the plants: 0, 40, 80, 120 and 160 Kg ha⁻¹ K₂O. The source of K was potassium chloride (60% K₂O); it was applied annually, close to full bloom (July), on the layer of canopy projection, on the soil surface, without incorporation. All plants got equal doses of nitrogen (N) and phosphorus (P), in agreement with recommendations issues by CQFS-RS/SC (2016).

Cold storage periods lasted 10 and 20 days at 1±1°C and air relative humidity ranged from 85 to 90%, followed by a day of simulated commercialization at 20±1°C (day 10+1 and day 20+1). Harvest day (day 0) was the control.

The experimental was a randomized block design consisting of four plants per replicate, the two central plants being used for the evaluations. The 5x3 factorial scheme (five doses of K and three storage periods) with four replicates and ten fruits per plot.

Traits under evaluation

Mass loss: determined by the difference between fruit mass at harvest time and after storage and results expressed as percentage; Colorimetry of pulp: determined by readings carried out in the equatorial region of whole fruits with their skin, by a Minolta 400/410 colorimeter and measurements conducted in the CIELAB color space, a three-dimensional model ($L^* a^* b^*$), and results expressed as values of color shades (HUE angle) and luminosity (L^*); Firmness of the pulp: evaluated by a texture analyzer (TA.XT plus®, Stable Micro Technologies Texture Systems) with a 2-mm P2 tip, force of 5 g, speed of 5 mms-1 and results expressed as Newton (N); Soluble solids: determined by an ATAGO digital refractometer, model PAL⁻¹, Atago® brand digital refractometer, with results expressed in °Brix (AOAC, 2005); Potential of Hydrogen (pH): a ground sample of 10 g was diluted in 100 mL of distilled water and homogenized. The pH was measured by potentiometry previously duly calibrated with solutions of 4.0 and 7.0 pH, according to the Analytical Standards of the Adolfo Lutz Institute (2008); Titratable Acidity: 10 g of ground sample was diluted in 90 mL of distilled water and titrated with a standard 0.1N NaOH solution using phenolphthalein as an indicator. The result was expressed in g of citric acid.100g⁻¹ of pulp according to the Analytical Standards of the Adolfo Lutz Institute (2008); Total phenolic compounds: were determined according to the method adapted from Swain and Hillis (1959) using the reaction with the Folin-Ciocalteu reagent, the results were expressed in mg Gallic acid per 100 g of sample; Antioxidant activity: determined by the DPPH method, in agreement with the method proposed by Brand-Williams et al. (1995); results were expressed as µg equivalent trolox.100

g^{-1} fresh mass; Carotenoids: determined by the methodology developed by Talcott and Howard (1999); results were calculated by a standard curve, which was constructed with β -carotene, and expressed as $\text{mg } \beta\text{-carotene.100g}^{-1}$.

Statistical analysis

Data were submitted to the analysis of variance by the F-test. When the effect was significant, the Tukey's test and the analysis of polynomial regression were carried out by the ASSISTAT statistical program (Silva & Azevedo, 2016). The analysis of Pearson's correlation was conducted to show whether there was any positive or negative relation between two variables.

Conclusion

K fertilization at the dose of 120 kg ha^{-1} led to the lowest values of acidity in fruits at harvest time. Doses of 40 and $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ led to high contents of phenolic compounds and antioxidant activity, but the dose of $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ decreased mass loss after 20+1 storage days. Pulp firmness, phenolic compounds, antioxidant activity and carotenoids of peaches decreased throughout cold storage. K fertilization in the cultivar 'Sensação' did not influence pulp firmness, soluble solids and total carotenoids.

Acknowledgments

The authors thank the Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) and the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Clima Temperado for their financial support.

References

- Association of Official Analytical Chemistry. (2005) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry (18th ed.). Washington, AOAC.
- Barreto CF, Silva OS, Kirinus MBM, Schiavon CR, Malgarim MB, Fachinello JC (2016) Armazenamento refrigerado de pêssegos ‘Maciel’ de plantas conduzidas em diferentes porta-enxertos. *Rev Iberoam Tec Posc.* 17:254-261.
- Bertoline I, Fogaça MA de F, Magro LD (2018) Aplicação de fertilizantes foliares potássicos na produção e qualidade de pêssegos. *Rev Agrária Acadêmica.* 1:35-46.
- Brand-Willians W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Tech-Brazil.* 28:25-30.
- Brunetto G, Melo GWB, Toselli M, Quartieri M, Tagliavin M (2015) The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. *Rev Bras Frutic.* 37: 1089-1104.
- Castricini A, Silva JTA, Silva IP, Rodrigues MG (2017) Quality of ‘Tahiti’ acid lime fertilized with nitrogen and potassium in the semiarid region of Minas Gerais. *Rev Bras Frutic,* 39:e-288.
- Comissão de química e fertilidade do solo - CQFS-RS/SC. (2016) Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. (11.ed.) Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo.
- Fanasca S, Colla G, Maiani G, Venneria E, Roupae Y, Azzini E, Saccardo F (2006) Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *J Agr Food Chem.* 54: 4319–4325.

Farias R de M, Martins CR, Barreto CF, Giovanaz MA, Malgarim MB, Mello-Farias P (2019) Time of metamitron application and concentration in the chemical thinning of 'Maciel' peach. *Rev Bras Frutic.* 41, 4:e-017.

Ferreira LV, Picolotto L, Pereira IS, Schmitz JD, Antunes LEC (2018) Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. *Pesqui Agropecu Bras.* 53:172-181.

Ganeshamurthy AN, Satisha GC, Prakash P (2011) Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. *Karnataka J Agr Sci.* 24: 29-38.

Instituto Adolfo Lutz (2008) *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos* (4th ed., p. 1020). São Paulo:Inst. Adolfo Lutz.

Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. (IBGE) (2017) Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=teo=11ei=Pec=1613>>. Acesso em: jan 2018.

Jie D, Xie L, Fu X, Rao X, Ying Y (2013) Variable selection for partial least squares analysis of soluble solids content in watermelon using near-infrared diffuse transmission technique. *J Food Eng.* 118:387-392.

Junmatong C, Faiyue B, Rotarayanont S, Uthaibutra J, Boonyakiat D, Saengnil K (2015) Cold storage in salicylic acid increases enzymatic and non-enzymatic antioxidants of 'Nam Dok Mai no. 4' mango fruit. *Scienceasia.* 41:12-21.

Lester GE, Jifon JL, Makus DJ (2010) Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L) case study. *Plant Soil*, 335:117–131.

Mayer NA, Franzon RC, Raseira MCB (2019) *Pêssego, nectarina e ameixa: o produtor pergunta, a Embrapa responde* (290p.). Brasília, DF: Embrapa.

- Pegoraro C, Tadiello A, Girardi CL, Chaves FC, Quecini V, Oliveira AC, Trainotti L, Rombaldi CV (2015) Transcriptional regulatory networks controlling woolliness in peach in response to preharvest gibberellin application and cold storage. *BMC Plant Biol.* 279:1-14.
- Pereira E dos S, Vizzotto M, Ribeiro JA, Raphaelli S de O, Camargo TM, Araújo VF, Franzon R (2017) Compostos bioativos e potencial antioxidante de genótipos de araçá avaliados em dois ciclos produtivos. *Rev Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega.* 14:1-11.
- Pestana VR, Zambiasi RC, Mendonça CR, Bruscatto MH, Lerma-Garcia MJ, Ramis-Ramos G (2008) Quality Changes and Tocopherols and γ -Orizanol Concentrations in Rice Bran Oil During the Refining Process. *Journal of the American Oil Chemists Society.* 85:1009-1013.
- Pinto JAV, Brackmann A, Schorr MRW, Venturin TL, Thewes FR (2012) Indução de perda de massa na qualidade pós-colheita de pêssegos ‘Eragil’ em armazenamento refrigerado. *Cien Rural.* 42:962-968.
- Raseira MDB, Nakasu BH, Barbosa W (2014) Cultivares: Descrição e recomendação. In Raseira MDB, Pereira JFM, Carvalho FL (Eds.) *Pessegueiro* (p. 73-141). Brasília, DF: Embrapa.
- Rombolà AD, Sorrenti G, Marodin GAB, Pieri AZ, Barca E (2012) Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. *Semin-Cienc Agrar.* 33:639-654.
- Rotili MCC, Coutro S, Celant VM, Vorpapel JA, Barp FK, Salibe AB, Braga GC (2013) Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. *Semin-Cienc Agrar.* 34:227-240.
- Silva F de AS, Azevedo CAV de (2016) The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr J Agr Res.* 11:3733-3740.
- Silva MLC, Costa RS, Santana AS, Koblitiz MGB (2010) Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina,* 31:669-682.

Souza F de, Argenta LC, Nava G, Ernani PR, Amarante CVT do (2013) Qualidade de maçãs ‘Fuji’ influenciada pela adubação nitrogenada e potássica em dois tipos de solo. *Rev Bras Frutic.* 35:305 – 315.

Solhjo S, Gharaghani A, Fallahi E (2017) Calcium and Potassium Foliar Sprays Affect Fruit Skin Color, Quality Attributes, and Mineral Nutrient Concentrations of ‘Red Delicious’ Apples. *International Journal of Fruit Science*, 17: 358-373.

Swain T, Hillis WE (1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica*. II. - The analysis of tissues of the Victoria plum tree. *J Sci Technol.* 10:63-68.

Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Porto Alegre, Artmed. p. 888.

Talcott TS, Howard RL (1999) Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *J Agric Sci Technol.* 47:2109-2115.

Trevisan R, Herter FG, Coutinho EF, Gonçalves ED, Silveira CAP, Freire CDS (2006) Uso de poda verde, plásticos refletivos, antitranspirante e potássio na produção de pêssegos. *Pesqui Agropecu Bras.* 41:1485-1490.

Tutida I (2006) Influência do nitrogênio e do potássio na intensidade de doenças fúngicas e na qualidade dos frutos em ameixeira. (Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Brasil).

Vieites RL, Daiuto ER, Fumes JGF (2012) Antioxidant capacity and postharvest quality of ‘Fuerte’ avocado. *Rev Bras Frutic.* 34:336-348.

Table 1. Mass loss in fruits yielded by ‘Sensação’ peach trees submitted to different doses of K and storage periods

Storage periods		
Dose of K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Day 10+1	Day 20+1
Mass loss (%)		
0	7.33 aB	12.91 bA
40	7.33 aB	18.93 aA
80	6.99 aB	12.30 bA
120	4.04 bB	13.16 abA
160	7.69 aA	9.52 bA
CV (%)	18.29	

Means followed by equal letters, lowercase in the columns and uppercase in the lines, do not differ by Tukey’s test, at 5% probability. CV (%) = Coefficient of variation.

Table 2: Titratable acidity and pH in fruits yielded by ‘Sensação’ peach trees submitted to different doses of K and storage periods

Dose of K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Storage periods		
	Day 0	Day 10+1	Day 20+1
Titratable acidity (citric acid 100 g ⁻¹)			
0	1.14 aA	1.07 aA	1.01 aA
40	1.12 aA	1.01 aA	1.12 aA
80	1.06 abA	1.05 aA	1.07 aA
120	0.93 bB	1.13 aA	1.11 aA
160	1.00 abA	1.12 aA	0.98 aA
CV (%)	8.46		
pH in fruits			
0	3.58 aA	3.60 aA	3.60 abA
40	3.57 aA	3.54 aA	3.57 abA
80	3.62 aA	3.57 aAB	3.54 bB
120	3.67 aA	3.61 aAB	3.57 abB
160	3.67 aA	3.64 aA	3.64 aA
CV (%)	1.30		

Means followed by equal letters, lowercase in the columns and uppercase in the lines, do not differ by Tukey’s test, at 5% probability. CV (%) = Coefficient of variation.

Table 3. Phenolic compounds and antioxidant activity in pulp of fruits yielded by ‘Sensação’ peach trees submitted to different doses of K and storage periods

Dose of K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Storage periods		
	Day 0	Day 10+1	Day 20+1
Phenolic compounds ¹			
0	177.68 bA	143.79 bB	108.33 cC
40	190.57 aA	161.01 abB	148.71 aB
80	162.81 cA	152.95 bA	122.29 cB
120	165.60 cA	149.53 bA	135.58 bB
160	197.83 aA	168.11 aB	147.23 aB
CV (%)	1.08		
Antioxidant activity ²			
0	2434.00 bA	2055.71 bA	1336.74 bB
40	2994.79 aA	2227.15 abB	1774.96 abC
80	2328.94 bA	2266.50 abA	1542.72 abB
120	2339.23 bA	1986.77 bB	1724.83 abB
160	2675.97 abA	2319.23 aB	1989.38 aB
CV (%)	13.94		

¹mg galic acid equivalent 100 g⁻¹ fresh weight. ²mg trolox equivalent 100 g⁻¹ fresh weight.

Means followed by equal letters, lowercase in the columns and uppercase in the lines, do not differ by Tukey’s test, at 5% probability. CV (%) = Coefficient of variation.

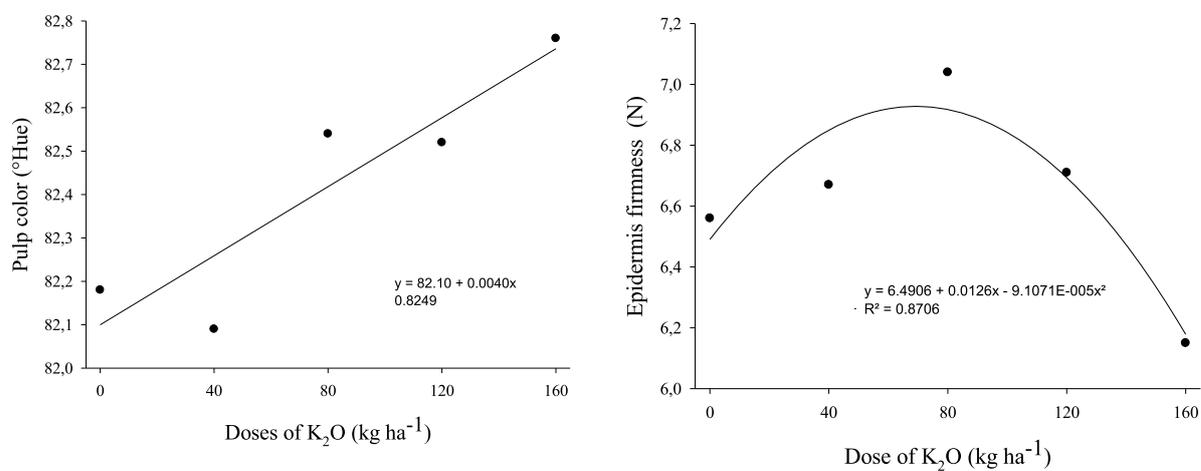


Figure 1. Pulp color and epidermis firmness in fruits yielded by ‘Sensação’ peach trees submitted to different doses of K and storage periods

Table 4. Pulp firmness, soluble solids and total carotenoids in fruits yielded by ‘Sensação’ peach trees submitted to different doses of K and storage periods

Dose of K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Pulp firmness	Soluble solids	Carotenoids ¹
0	2.31 ns	9.33 ns	5.19 ns
40	2.56	9.13	5.29
80	2.43	9.21	4.86
120	2.54	9.40	5.16
160	2.25	9.34	5.01
Storage periods			
0	3.32 a	8.66 c	5.66 a
10+1	2.48 b	9.25 b	4.82 b
20+1	1.45 c	9.94 a	4.78 b
CV(%)	15.70	3.98	13.94
Interaction (Dose x Storage periods)	ns	ns	ns

¹ mg de β -caroteno.100g⁻¹. Means followed by equal letters, lowercase in the columns and uppercase in the lines, do not differ by Tukey’s test, at 5% probability. CV (%) = Coefficient of variation. ns = not significant.

4.8 Artigo 8

Efeito da fertilização orgânica e carga de frutos na produção, qualidade e composição mineral de nectarinas no cultivo orgânico na Itália

Caroline Farias Barreto, Moreno Toselli, Elena Baldi, Giovambattista Sorrenti,
Maurizio Quartieri, Luis Eduardo Correa Antunes

Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fruticultura

Efeito da fertilização orgânica e carga de frutos na produção, qualidade e composição mineral de nectarinas no cultivo orgânico na Itália

Resumo: A adubação orgânica nos pomares deve ser utilizada para favorecer a fertilidade dos solos, a vida microbiana e a retenção de água no solo, com consequência impactando na produtividade das plantas e a sustentabilidade do ambiente. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de dois fertilizantes orgânicos em duas cultivares de nectarinas conduzidas com carga alta e baixa carga de frutos, para verificar seu efeito no solo, no estado nutricional das plantas, nos índices produtivos e de qualidade dos frutos. O experimento foi realizado em um pomar localizado em Fratta Terme (região de Forlì-Emilia Romagna), Itália, submetido ao manejo orgânico em conversão para biodinâmica, durante a safra 2019. Utilizaram-se as cultivares de nectarina Big Top e Carene enxertadas no GF677, como fonte de adubação orgânica foi utilizado esterco bovino (10 t ha^{-1}) e o composto orgânico (20 e 40 t ha^{-1}). Avaliou-se: a concentração de nitrato e amônio no solo, macro e micronutriente nas folhas, produção, número de frutos, massa dos frutos, diâmetro dos frutos, sólidos solúveis e firmeza de polpa. O composto quando aplicado no solo favorece a liberação de nitrato. Nas duas cultivares, os teores foliares de macro e micronutrientes não são alterados pela adubação orgânica e carga de frutos, com exceção do teor de ferro na cultivar Carene que aumentou com o uso do composto. A adubação orgânica não influenciou a produção por planta, número de frutos por planta, massa dos frutos e sólidos solúveis, em ambas as cultivares. Altas cargas de frutos reduzem a massa e o diâmetro dos frutos.

Termos para indexação: esterco bovino, composto, raleio, índices produtivos.

Effect of organic fertilization and fruit load on the production, quality and mineral composition of nectarines in organic cultivation in Italy

Abstract: Organic fertilization in orchards should be used to promote soil fertility, microbial life and water retention in the soil, with a consequence impacting plant

productivity and environmental sustainability. This work aimed to evaluate the efficiency of two organic fertilizers in two nectarine cultivars carried out with high and low fruit loads, to verify their effect on the soil, on the nutritional status of the plants, on their productive and quality. The experiment was carried out in an orchard located in Fratta Terme (Forlì-Emilia Romagna region), Italy, subjected to organic management in conversion to biodynamics, during the 2019 harvest. Nectarine cultivars Big Top and Carene grafted on GF677 were used and cattle manure (10 t ha^{-1}) and compost (20 and 40 t ha^{-1}) were used as organic fertilizer. The concentration of nitrate and ammonium in the soil, macro and micronutrient in the leaves, production, number of fruits, fruit mass, fruit diameter, soluble solids and pulp firmness. Were evaluated: compound when applied to the soil favors the release of nitrate. In both cultivars, the leaf contents of macro and micronutrients are not altered by organic fertilization and fruit load, except for the iron content in the cultivar Carene, which increased with the use of the compost. Organic fertilization did not influence production per plant, number of fruits per plant, fruit mass and soluble solids, in both cultivars. High fruit loads reduce fruit mass and diameter.

Index Terms: cattle manure, compost, thinning, production.

Introdução

O manejo adequado do teor de matéria orgânica e dos nutrientes no solo são fatores que podem garantir o equilíbrio nutricional do pomar e com isso a produtividade e qualidade dos frutos. Nos tradicionais cultivos de frutíferas, a adubação mineral é a forma mais utilizada, porém o uso excessivo e em longo prazo de fertilizantes a base de minerais podem comprometer o ecossistema devido aos riscos de lixiviação e/ou emissão de nitrogênio (N) na atmosfera. Neste contexto, tem-se buscado alternativas sustentáveis, como o uso de adubos orgânicos para o manejo nutricional das plantas (BALDI e TOSELLI, 2014; BALDI et al., 2016; TOSELLI et al., 2019).

Os adubos orgânicos possuem baixo custo, liberação mais lenta dos nutrientes, além de melhorar a fertilidade do solo (WOOLF et al., 2010; POWLSON et al., 2011; SCIUBBA et al., 2015; BALDI et al., 2016; ROUSSOS et al., 2017) e características físicas do solo, aumentando a retenção de água e nutrientes. Entre os adubos orgânicos, o esterco bovino e o composto advindo de várias fontes orgânicas, são alternativas para os pomares de frutíferas, uma vez que, esses adubos tem demonstrado efeitos positivos nas propriedades do solo (DIACONO e MONTEMURRO, 2010; BALDI et al., 2016; SORRENTI et al., 2016) e aumento na produtividade, a longo prazo, em relação às plantas adubadas com adubo químico (ROUSSOS et al., 2017). No entanto, a influência das adubações orgânicas na produtividade de frutíferas e nas propriedades qualitativa dos frutos ainda é pouco estudada (BRAVO et al., 2012).

Os adubos de origem animal possuem propriedades físicas e químicas que mantêm os níveis de fertilidade do solo, melhoram a sua estrutura (TRIPATHI et al., 2014) e aumentam a retenção de água no solo (MENEZES e SALCEDO, 2007). Nesse sentido, constituem-se uma boa fonte de nutrientes para as plantas (FREITAS et al., 2012), uma vez que, podem estimular o crescimento das mesmas (MATSI et al. 2015).

O composto é obtido pela compostagem aeróbia de resíduos de uma ampla gama de substratos orgânicos (SORRENTI e TOSELLI, 2016). O uso do composto na agricultura permite reciclar resíduos sólidos urbanos e da indústria agroalimentar, oferecendo vantagens ambientais, redução de custos e reciclagem de resíduos orgânicos sem efeitos negativos ao ambiente (BALDI et al., 2016). Quando aplicado ao solo pode, ao longo dos anos, aumentar o teor de carbono (C) orgânico total e, por consequência, a matéria orgânica do solo (CABALLERO et al., 2009; BALDI et al., 2016). Além disso, representa uma fonte de nutrientes, entre eles, o N, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (SMITH e COLLINS, 2007; CABALLERO et al., 2009; GOSS et al., 2013).

Além da adubação, a carga de frutos pode alterar a produtividade dos pomares, pois plantas com alta carga de frutos propiciam a competição entre eles (FARIAS et al., 2019) com o crescimento vegetativo (BUSSI et al., 2009) e por nutrientes. O alto número de frutos reduz a relação fonte/dreno, que pode gerar frutos menores e de baixo valor comercial. A fim de evitar o excesso de frutos nas plantas, a quantidade

deve ser regulada, de modo que se obtenham frutos de tamanho adequado (OLIVEIRA et al., 2017) e a produção corresponda ao estado nutricional das plantas.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de duas fontes de fertilizantes orgânicos, em duas cultivares de nectarinas, conduzidas com carga alta e baixa de frutos.

Material e métodos

O experimento foi realizado em um pomar localizado em Fratta Terme (FC, Itália), com manejo orgânico em conversão para biodinâmica. O estudo foi realizado na safra 2019 nas cultivares de nectarina (*P. persica* L.) Big Top e Carene enxertadas no GF677 (*P. persica* x *P. armeniaca*). O pomar foi implantado no ano de 2017 e as plantas conduzidas a fusetto (spindle) na densidade de 833 plantas por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 (três compostos orgânicos e duas cargas de frutos), com quatro repetições e cada unidade experimental composta por uma planta. Entre parcelas consecutivas na mesma linha foram deixadas pelo menos duas plantas. Em outubro de 2018 foram aplicados os compostos orgânicos na linha do plantio das nectarinas. Aplicou-se: esterco bovino na dose de 10 t ha⁻¹ (m.s.) e o composto na dose de 20 e 40 t ha⁻¹ (m.s.). O composto foi obtido a partir de resíduos de culturas, esterco de gado, resíduos orgânicos comerciais e de serviços, lodo de purificação urbano. Após a distribuição, os compostos orgânicos foram incorporados a uma profundidade de 20 cm.

Na plena floração dos pessegueiros foi realizado, em todas as plantas, o raleio mecânico de flores com o equipamento Darwin. Aos 40 dias após a plena floração foram estabelecidas duas cargas de frutos: na carga alta não foi realizado o raleio manual dos frutos e na carga baixa foi realizado o raleio manual deixando de 10 a 15 cm de distância entre frutos.

Realizaram-se amostras mensais de solo para a determinação do N mineral a uma profundidade entre 10 e 40 cm. Para a determinação do nitrato (NO₃⁻) e amônia (NH₄⁺), 100 mL de KCl (2M) foram adicionados a 10 g de solo e deixados sob agitação por 1 h a 100 rpm; a solução foi decantada e o sobrenadante foi analisado por

colorimétria com um analisador elementar (Auto Analyzer AA-3 Bran + Luebbe Nordestadt, Alemanha).

A análise foliar foi realizada no verão (julho) quando foi coletada uma amostra de 20 folhas por planta. Estas folhas foram lavadas, secadas a 65 °C e moídas (< 2 mm). Posteriormente 500 mg de cada amostra foi mineralizada em micro-ondas (Ethos TC Milestone, Bergamo, Itália) utilizando no processo 8 mL de HNO₃ (65%) e 2 mL de H₂O₂ (30%). A concentração de elementos minerais (P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn) foi determinada por um espectrofotômetro de plasma (Ametek Spectro, Acros, Kleve, Alemanha). A concentração de N foi medida pelo método de Kjeldhal, que envolveu a mineralização a quente (420 °C) da amostra com ácido sulfúrico (H₂SO₄, 97%), na presença de um catalisador à base de selênio e sulfato de cobre e subsequente destilação com NaOH a 32% e titulação com H₂SO₄ (0,1 N).

O crescimento em diâmetro dos frutos foi avaliado semanalmente com paquímetro digital, sendo medido em 20 frutos por planta. Por ocasião da colheita, determinou-se o número de frutos por planta ($n \text{ planta}^{-1}$) pela contagem no número total de frutos, produção (kg planta^{-1}) e massa média dos frutos (g planta^{-1}) aferidos por balança digital.

Durante a segunda e principal colheita (Carene em 28 de junho e para Big Top em 4 de julho), uma amostra de 20 frutos por repetição foi utilizada para analisar a firmeza de polpa com o penetrômetro digital FTA 53220 (Güss, Strand, ZA) com uma ponteira de 8 mm de diâmetro; sólidos solúveis da polpa determinados pelo refratômetro digital (PR-1, Atago Tokio, Japão).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando o efeito foi significativo, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

A aplicação do composto principalmente na maior dose proporciona aumento da concentração de nitrato (NO₃⁻) no solo em comparação com o esterco bovino, nos

primeiros cinco meses após a sua distribuição no solo para ambas as cultivares (Tabela 1). Após esse período, as quantidades de NO_3^- disponibilizada pelo esterco bovino é similar à fornecida pelo composto em ambas as doses.

A liberação de nitrato no solo ocorre pela nitrificação do amônio (NH_4^+) em ambientes bem drenados (JADOSKI et al., 2010; ERNANI, 2016) e pode ter ocorrido devido às condições ambientais favoráveis (temperaturas amenas no final do inverno e chuvas regulares) que induziram a uma forte mineralização da matéria orgânica ocasionada por microrganismos. Esses valores de nitrato no solo fornecidos em ambas as doses do composto até o mês de maio é superior à exigência pela cultura do pessegueiro (15-20 mg kg^{-1} de NO_3^-). Então se sugere dividir a aplicação do composto em diferentes períodos da estação de crescimento das plantas, a fim de manter constante a disponibilidade de N nítrico (NO_3^-) ao longo do tempo, evitando o seu excesso para o meio ambiente. Por outro lado, a fonte de esterco bovino fornece quantidades de nitrogênio (nitrato e amônio) em quantidade compatível ou inferiores com as recomendadas (Tabela 1 e 2).

A concentração de amônio no solo é menor que a de nitrato, pois um é precursor do outro (Tabela 1 e 2). O N amoniacal pode ser absorvido pelas plantas, mas em solos bem drenados é preferencialmente transformado em nitrato por ação microbiana. Assim, ao longo dos meses, observou-se diferença na concentração de amônio apenas no mês de janeiro, com maior quantidade na dose do composto de 40 t ha^{-1} no solo onde é cultivado a cultivar Carene (Tabela 2). Sabe-se que a velocidade de nitrificação é maior em solos bem drenado, com pH elevado, temperaturas mais elevadas e umidade do solo adequadas, o que favorece o estabelecimento de microrganismos.

A transformação do N amoniacal em nítrico (nitrificação) é um processo que ocorre naturalmente nos solos bem drenados, mas não é desejável que todo o nitrogênio seja nitrificado rapidamente, pois o nitrato é muito solúvel e não é retido pelas cargas do solo, sendo facilmente lixiviado se houver percolação de água no solo (JADOSKI et al., 2010; ZOPPAS et al., 2016;). Precipitações elevadas ocorreram no mês de maio e podem ter ocasionado a lixiviação do nitrato, em funções das reduções observadas deste nutriente pela análise de solo (Tabela 1). Por outro lado, o amônio

pode ser transformado em amônia que é volátil principalmente em pH maior que 6,5, podendo ocorrer perdas por volatilização (ERNANI, 2016).

As adubações orgânicas e carga de frutos não apresentaram diferenças na concentração de macro e micronutrientes nas folhas das duas cultivares, com exceção do teor de Fe nas folhas da cultivar Carene que aumentou com o uso do composto na dose de 40 t ha⁻¹ (Tabela 3 e 4). A aplicação de 40 t ha⁻¹ de composto pode ter aumentado a presença de frações húmicas e fúlvicas que formam complexos estáveis e solúveis com o Fe (SORRENTI et al., 2011; SORRENTI et al., 2012). Além disso, as substâncias orgânicas estimulam a atividade das raízes e dos microrganismos, aumentando a disponibilidade de Fe na rizosfera no solo, mantendo o nutriente na forma disponível para as plantas (SORRENTI et al., 2011).

A adubação orgânica não influenciou a produção por planta, número de frutos por planta, massa dos frutos e sólidos solúveis nas duas cultivares (Tabelas 5 e 6). Mesmo com a aplicação de alta dose de composto e com excessiva liberação de nitrato no solo não se constatou diferença na produção das plantas, evidenciando que não convém utilizar altas doses de compostos e realizar a aplicação somente em um período do ano, quando o intuito é promover o aumento da produção. Salienta-se também, o fato do pomar ser conduzido de forma orgânica há anos e estar transitando para o cultivo biodinâmico, assim, esse fator pode estar associado à ausência de resposta da adubação orgânica neste estudo.

Na cultivar Big Top, as plantas adubadas com o composto na dose de 40 t ha⁻¹ obtiveram frutos com maior firmeza de polpa (Tabela 6). A firmeza dos frutos é um dos atributos mais importantes para avaliar a qualidade, sendo essencial a sua manutenção desde a colheita até o consumidor. Sabe-se que uma maior disponibilidade de N induz um atraso na maturação, efeito evidente na cultivar Big Top, que apresentou frutos menores e mais consistentes após a fertilização com composto na dose mais alta que induziu, nos estágios iniciais do desenvolvimento do fruto, aumento da disponibilidade de N mineral no solo.

Em ambas as cultivares, a carga dos frutos não alterou a produção, porém teve relação direta com o número, massa (Tabela 5 e 6) e diâmetro dos frutos (Figura 1). As plantas com carga alta apresentaram maior número de frutos por planta, no entanto,

resultaram em frutos de menor massa e diâmetro. Este resultado indica que a quantidade de frutos por planta deve ser regulada para que haja equilíbrio entre a relação fonte/dreno e a planta produza frutos de tamanho adequado para a comercialização.

Embora as plantas com carga alta das cultivares Big Top e Carene tenham produzidos aproximadamente 14,3% e 9,3% respectivamente a mais de frutos que as plantas com carga baixa, houve a redução de 21,2% e 13,9% na massa por fruto. Portanto, o excesso de frutos nas plantas aumenta a concorrência de carboidratos e prejudica a distribuição de fotoassimilados entre frutos (BYERS et al., 2003; TUSTIN et al. 2012; MEITEI et al., 2013).

A adubação orgânica não alterou o diâmetro dos frutos durante o ciclo das duas cultivares (Figura 2), no entanto, essa variável foi influenciada pela carga de frutos por planta (Figura 1). Embora a cultivar Carene seja de ciclo curto e a cultivar Big Top de ciclo medio, ambas apresentaram desempenho semelhante para o diâmetro dos frutos durante o desenvolvimento deles.

Segundo Castro e Barbieri (2014), o crescimento dos frutos divide-se em três fases, a primeira inicia no florescimento e caracteriza-se pela multiplicação rápida, na segunda fase o crescimento é lento e na terceira fase o crescimento é rápido, culminando com a maturação do fruto. Neste estudo foi possível observar que o diâmetro dos frutos no primeiro mês de avaliação, que corresponde à segunda fase de crescimento dos frutos, não foi alterado pela carga de frutos por planta. Entretanto, a carga de frutos interferiu no diâmetro dos frutos na terceira fase, na qual ocorre o rápido desenvolvimento dos frutos e atinge o ponto de maturação.

Conclusão

A adubação orgânica não influenciou a produção e número de frutos por planta, massa dos frutos e sólidos solúveis nas duas cultivares. Altas cargas de frutos reduzem a massa e o diâmetro dos frutos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo. A Universidade de Bologna, na pessoa do prof Moreno Toselli, pela estrutura de trabalho disponibilizada para realização do trabalho de pesquisa.

Referencias

BALDI, E.; TOSELLI, M. Mineralization dynamics of different commercial organic fertilizers from agro-industry organic waste recycling: an incubation experiment. **Plant, Soil and Environment**, v. 60, n. 3, p. 93–99, 2014.

BALDI, E.; MARCOLINI, G.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MUZZI, E.; TOSELLI, M. Organic fertilization in nectarine (*Prunus persica* var. nuci persica) orchard combines nutrient management and pollution impact. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 105, p. 39–50, 2016.

BYERS, R.E.; COSTA, G.; VIZZOTTO, G. Flower and fruit thinning of peach and other *Prunus*. **Horticultural Reviews**, v.28, p.351-392, 2003.

BRAVO, K.; BALDI, E.; MARCOLINI, G.; SORRENTI, G.; CELLINI, A.; QUARTIERI, M. TOSELLI, M. Response of Hybrid Peach × Almond Trees to Increasing Rate of Soil-Applied Urea and Compost Nitrogen. **Compost Science & Utilization**, v. 23, p.18–29, 2015.

BUSSI, C.; LESCOURRET, F.; GENARD, M. Effects of Thinning and Pruning on Shoot and Fruit Growths of Girdled Fruit-bearing Shoots in Two Peach Tree Cultivars (Big Top and Alexandra). **European Journal of Horticultural Science**, p.97-102, 2009.

CASTRO, L.A.S.; BARBIERI, R.L. Botânica e morfologia do pessegueiro. In: RASEIRA, M.C.B.; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. (Ed.). **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p.25-43.

CABALLERO, R.; PAJUELO, P.; ORDOVÁS, J.; CARMONA, E.; DELGADO, A. Evaluation and correction of nutrient availability to *Gerbera jamesonii* H. Bolus in various compost-based growing media. **Scientia Horticulturae**, v, 122, n.2, p.244–250, 2009.

DIACONO, M.; MONTEMURRO, F. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, p. 401–422, 2010.

ERNANI, P.R. **Química do Solo e disponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Lages, 2016. 256 p.

FARIAS, R. DE M.; BARRETO, C.F.; ZANDONÁ, R.R.; MARTINS, C.R.; MELLO-FARIAS, P.; MARODIN, G.A.B. Chemical thinning of 'BRS Kampai' peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, e01353, 2019. DOI: 10.1590/S1678-3921.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.

FREITAS, M. S. C.; ARAÚJO, C. A. S.; SILVA, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido De Visu**, v. 2, n. 1, p. 150-161, 2012.

GOSS, M.J.; TUBEILEH, A.; GOORAH, D. A review of the Use of Organic Ammendaments and Risk to Human Health. **Advances in agronomy**, v. 120, p. 275-379, 2013.

JADOSKI, S.O.; SAITO, L.R.; PRADO, C.; LOPES, E.C.; SALES, L.L.S.R. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.1, p.193-200, 2010.

MATSI, T. H.; LITHOURGIDIS A. S.; BARBAYIANNIS, N. Effect o fliquid cattle manure on soil chemical properties and corn growth in Northern Greece. **Experimental Agriculture**, v.51, p. 435-450, 2015.

MEITEI S.B.; PATEL, R.K.; DEKA, B.C.; DESHMUKH, N.A.; SINGH, A. Effect of chemical thinning on yield and quality of peach cv. Flordasun. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, p.3358-3565, 2013.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 361-367, 2007.

OLIVEIRA, P.D. de; MARODIN, G.A.B.; ALMEIDA, G.K. de; GONZATTO, M.P.; DARDE, D.C. Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on 'BRS Kampai' peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, p.1006-1016, 2017.

POWLSON, D.S.; GREGORY, P.J.; WHALLEY, W.R.; QUINTON, J.N.; HOPKINS, D.W.; WHITMORE, A.P.; HIRSCH, P.R.; GOULDING, K.W.T. Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. **Food Policy**, v. 36, p. 72-87, 2011.

ROUSSOS, P. A.; GASPARATOS, D.; KECHROLOGOU, K.; KATSENOs, P.; BOUCHAGIER, P.; Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under Mediterranean conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 220, p. 11–19, 2017.

SORRENTI, G.; TOSELLI, M.; BALDI, E.; QUARTIERI, M.; MARCOLINI, G.; BRAVO, K.; MARANGONI, B. L'importanza della sostanza organica nella gestione sostenibile del suolo per una frutticoltura efficiente. **Rivista di Frutticoltura e Ortofloricoltura**, v.3, p.12-16, 2011.

SORRENTI, G.; TOSELLI, M.; MARANGONI, B. Use of compost to manage Fe nutrition of pear trees grown in calcareous soil. **Scientia Horticulturae**, 136, 87-94, 2012.

SORRENTI, G.; TOSELLI, M. Soil leaching as affected by the amendment with biochar and compost. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 226, p. 56–64, 2016.

SCIUBBA, L.; CAVANI, L.; GRIGATTI, M.; CIAVATTA, C.; MARZADORI, C. Relationships between stability, maturity, water-extractable organic matter of municipal sewage sludge composts and soil functionality. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 17, p.13393–13403, 2015.

SMITH, J.L.; COLLINS, H.P. Composting, In: Paul, E.A. (Ed.), **Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry**. 3rd ed. Academic Press, Burlington, p. 483–486, 2007.

TOSELLI, M.; BALDI, E.; CAVANI, L.; MAZZON, M.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MARZADORI, C. Soil-plant nitrogen pools in nectarine orchard in response to long-term compost application. **Science of the Total Environment**, v. 671, p. 10–18, 2019.

TRIPATHI, R.; NAYAK, A.K.; BHATTACHARYYA, P.; SHUKLA, A.K.; SHAHID, M.; RAJA, R.; PANDA, B.B.; MOHANTY, S.; KUMAR, A.; THILAGAM, V.K. Soil aggregation and distribution of carbon and nitrogen in different fractions after 41 years long-term fertilizer experiment in tropical rice–rice system. **Geoderma**, v. 213, p.280-286, 2014.

TUSTIN, D.S.; DAYATILAKE, G.A. BREEN, K.C. OLIVER, M.J. Fruit set responses to changes in flo-ral bud load – a new concept for crop load regulation. **Acta Horticulturae**, v. 932, p. 195-202, 2012.

WOOLF, D.; AMONETTE, J.E.; STREET-PERROTT, F.A.; LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Sustainable biochar to mitigate global climate change. **Nature Communications**, v.1, n.5, p. 56, 2010.

ZOPPAS, F.M.; BERNARDES, A.M.; MENEGUZZI, A. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Sanitary Engineering Journal**, v.21, n.1, p. 29-42, 2016.

Tabela 1: Efeito da adubação orgânica na concentração de nitrato (mg kg^{-1} ss) no solo da cultivar Carene e Big Top

Tratamento	07/01	20/02	13/03	09/04	08/05	12/06	04/07
Carene							
Esterco	13,4 b	7,5 b	5,5 b	21,7 b	15,7 b	15,0 a	5,9 b
Composto 20	45,1 a	25,2 a	21,2 a	42,7 a	21,8 a	8,1 b	6,8 ab
Composto 40	48,6 a	52,8 a	24,0 a	48,3 a	24,2 a	9,9 b	9,1 a
<i>F</i>	<i>0,0342</i>	<i>0,0029</i>	<i>0,0379</i>	<i>0,0176</i>	<i>0,0277</i>	<i>0,0237</i>	<i>0,0226</i>
Big Top							
Esterco	7,1 b	5,7 b	6,2 b	17,3 b	6,0 b	5,9	11,6
Composto 20	33,4 a	10,7 b	13,1 b	24,6 b	11,5 b	7,4	25,4
Composto 40	61,0 a	38,8 a	35,2 a	49,2 a	20,0 a	7,6	17,6
<i>F</i>	<i>0,0107</i>	<i>0,0029</i>	<i>0,0027</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0005</i>	<i>0,5665</i>	<i>0,1555</i>

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Tabela 2: Efeito da adubação orgânica na concentração de amônio (mg kg^{-1} ss) no solo da cultivar Carene e Big Top

Tratamento	07/01	20/02	13/03	09/04	08/05	12/06	04/07
Carene							
Esterco	2,7 b	2,1	4,6	1,5	2,0	2,4	1,8
Composto 20	2,6 b	2,3	2,1	1,8	2,2	4,6	1,8
Composto 40	3,8 a	3,5	4,2	1,9	2,3	2,2	1,9
<i>F</i>	0,0380	0,4523	0,4255	0,1560	0,6548	0,1181	0,2853
Big Top							
Esterco	3,0	2,2	2,0	1,6	2,5	2,2	1,8
Composto 20	4,3	2,3	2,0	1,7	2,5	1,6	2,2
Composto 40	3,1	2,1	2,1	1,8	2,4	3,9	1,8
<i>F</i>	0,5558	0,7849	0,7810	0,3458	0,9955	0,2577	0,3059

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Tabela 3: Efeito da adubação orgânica na concentração de macro e micro nutrientes nas folhas da cultivar Carene

	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
Esterco	2,7	0,1	2,3	2,6	0,3	0,1
Composto 20	2,6	0,1	2,3	2,7	0,4	0,1
Composto 40	2,8	0,1	2,2	2,6	0,4	0,1
F _(adubação)	<i>0,8046</i>	<i>0,6092</i>	<i>0,6189</i>	<i>0,6542</i>	<i>0,6470</i>	<i>0,7012</i>
Carga de frutos						
Alta	2,7	0,1	2,3	2,7	0,4	0,1
Baixa	2,8	0,1	2,3	2,5	0,4	0,1
F _(carga de frutos)	<i>0,5605</i>	<i>0,175</i>	<i>0,7996</i>	<i>0,114</i>	<i>0,2773</i>	<i>0,9975</i>
F _(adubação x carga de frutos)	<i>0,1450</i>	<i>0,6786</i>	<i>0,4537</i>	<i>0,8942</i>	<i>0,3296</i>	<i>0,8574</i>
	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
	ppm					
Esterco	11,5	73,0 b	20,2	23,4	31,8	
Composto 20	10,8	78,4 a	19,3	23,0	31,4	
Composto 40	10,4	78,4 a	19,2	23,7	29,1	
F _(adubação)	<i>0,6999</i>	<i>0,0364</i>	<i>0,8223</i>	<i>0,9163</i>	<i>0,1066</i>	
Carga de frutos						
Alta	11,3	76,4	18,8	23,3	31,2	
Baixa	10,5	76,8	20,4	23,4	30,4	
F _(carga de frutos)	<i>0,4475</i>	<i>0,862</i>	<i>0,2981</i>	<i>0,9325</i>	<i>0,4654</i>	
F _(adubação x carga de frutos)	<i>0,5936</i>	<i>0,0625</i>	<i>0,2106</i>	<i>0,7119</i>	<i>0,8350</i>	

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Tabela 4: Efeito da adubação orgânica na concentração de macro e micro nutrientes nas folhas da cultivar Big Top

	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
Esterco	2,7	0,2	2,0	3,1	0,4	0,1
Composto 20	2,9	0,2	1,9	2,7	0,5	0,1
Composto 40	2,9	0,2	1,9	2,9	0,5	0,1
F _(adubação de frutos)	<i>0,6417</i>	<i>0,2838</i>	<i>0,3987</i>	<i>0,819</i>	<i>0,1064</i>	<i>0,2051</i>
Carga de frutos						
Alta	2,9	0,2	1,9	3,0	0,4	0,1
Baixa	2,9	0,2	1,9	2,8	0,5	0,1
F _(carga de frutos)	<i>0,9947</i>	<i>0,9975</i>	<i>0,9301</i>	<i>0,0738</i>	<i>0,8276</i>	<i>0,2032</i>
F _(adubação x carga)	<i>0,4835</i>	<i>0,3686</i>	<i>0,3919</i>	<i>0,0864</i>	<i>0,1386</i>	<i>0,6215</i>
	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
	ppm					
Esterco	13,2	70,5 b	39,6 b	27,8	38,4	
Composto 20	12,8	74,8 ab	48,6 a	29,1	36,7	
Composto 40	14,5	76,8 a	49,3 a	34,3	35,1	
F _(adubação)	<i>0,3010</i>	<i>0,1360</i>	<i>0,0048</i>	<i>0,2924</i>	<i>0,2235</i>	
Carga de frutos						
Alta	13,6	72,9	43,6	32,5	37,3	
Baixa	13,4	75,2	48,0	28,5	36,3	
F _(carga de frutos)	<i>0,8750</i>	<i>0,3822</i>	<i>0,0747</i>	<i>0,2389</i>	<i>0,5250</i>	
F _(adubação x carga de frutos)	<i>0,4276</i>	<i>0,6154</i>	<i>0,1877</i>	<i>0,2605</i>	<i>0,6150</i>	

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Tabela 5: Produção, número de frutos, massa dos frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis de nectarinas da cultivar Carene adubadas com diferentes compostos orgânicos.

	Produção por planta (Kg)	Número de frutos por planta	Massa dos frutos (g)	Firmeza de polpa (Kg)	Sólidos solúveis (°Brix)
Esterco	15,3	124	125,9	6,54	12,0
Composto 20	16,1	133	121,2	6,57	13,7
Composto 40	16,7	145	114,9	6,29	12,3
F _(adubação)	<i>0,5798</i>	<i>0,4091</i>	<i>0,5472</i>	<i>0,4004</i>	<i>0,3056</i>
Carga de frutos					
Alta	15,8	140 a	111,7 b	6,51	12,4
Baixa	16,3	127 b	129,7 a	6,43	13,0
F _(carga)	<i>0,6708</i>	<i>0,0496</i>	<i>0,0386</i>	<i>0,6673</i>	<i>0,5234</i>
F _(adubação x carga)	<i>0,3034</i>	<i>0,0832</i>	<i>0,4158</i>	<i>0,9854</i>	<i>0,5234</i>

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Tabela 6: Produção, número de frutos, massa dos frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis de nectarinas da cultivar Big Top adubadas com diferentes compostos orgânicos

	Produção por planta (Kg)	Número de frutos por planta	Massa dos frutos (g)	Firmeza de polpa (Kg)	Sólidos solúveis (°Brix)
Esterco	19,1	108	135,4	5,4 b	12,0
Composto 20	19,3	100	157,9	5,5 b	12,0
Composto 40	17,2	108	121,5	5,9 a	12,0
F _(adubação)	<i>0,6383</i>	<i>0,3269</i>	<i>0,6697</i>	<i>0,0025</i>	<i>0,9143</i>
Carga de frutos					
Alta	20,0	105 a	115,4 b	5,6	12,0
Baixa	17,1	90 b	146,4 a	5,6	12,0
F _(carga)	<i>0,1504</i>	<i>0,0490</i>	<i>0,0494</i>	<i>0,8414</i>	<i>0,8524</i>
F _(adubação x carga)	<i>0,6541</i>	<i>0,3059</i>	<i>0,5063</i>	<i>0,2254</i>	<i>0,3055</i>

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey.

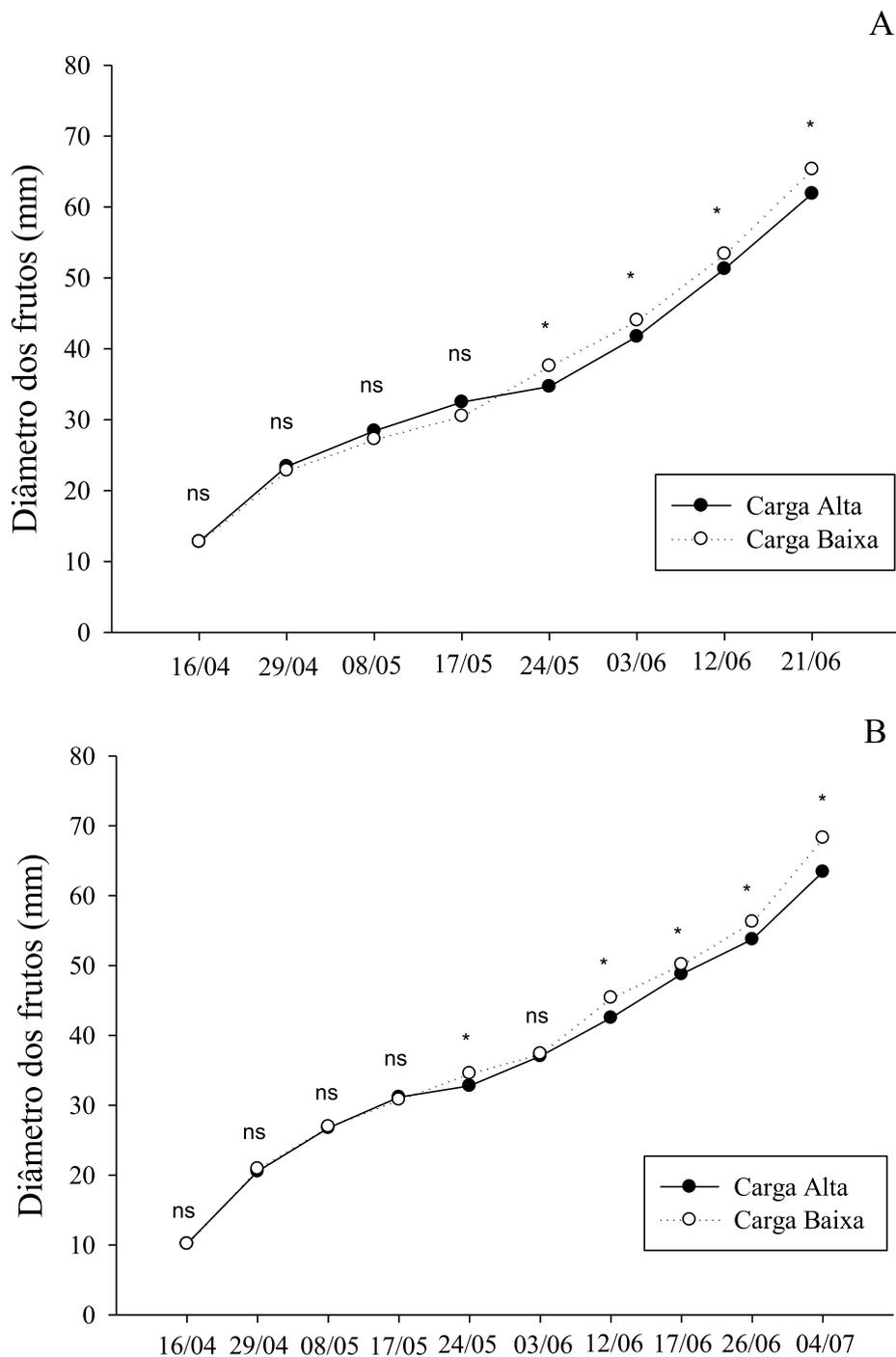


Figura 1: Diâmetro dos frutos da cultivar Carene (A) e Big Top (B) de acordo com a carga de frutos nas plantas. ns = não significativo. * significativo a 5% ($P \leq 0.05$).

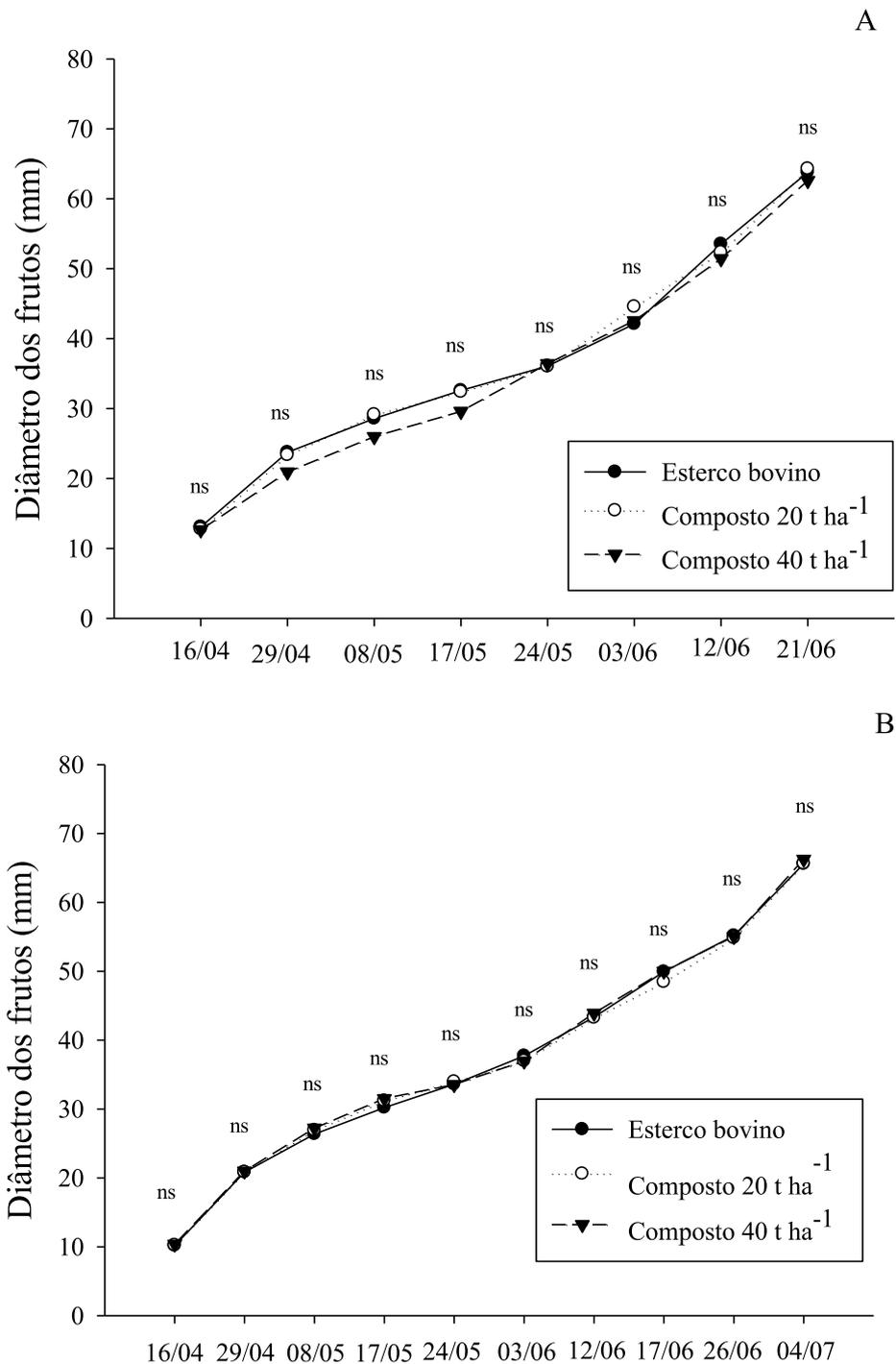


Figura 2: Diâmetro dos frutos da cultivar Carene (A) e Big Top (B) de acordo com a adubação orgânica. ns = não significativo.

5 Considerações finais

A busca por alternativas que possam reduzir custos com a mão de obra e os manejos dos pomares é necessária para a sustentabilidade econômica da produção de pêssegos. O raleio manual dos frutos é uma prática consolidada no cultivo do pessegueiro, porém a necessidade de horas de trabalho e curto período para a execução desta prática elevam os custos. Deste modo, a prática de raleio torna-se questionável frente à necessidade de redução de gastos com os custos operacionais dos pomares.

Mundialmente, nos últimos anos, houve um aumento no interesse de pesquisas sobre raleio, principalmente devido à preocupação da escassez de mão de obra no campo, além do seu envelhecimento. Vários trabalhos têm sido realizados testando diferentes equipamentos ou substâncias químicas para o raleio de frutos em pessegueiros. Com os resultados obtidos neste trabalho foi possível observar que o raleio mecânico, em flores e frutos, pode ser utilizado nas condições de cultivos do município de Pelotas e região.

Entre as vantagens observadas do raleio mecânico, destaca-se a redução do tempo de execução da operação, sem haver grandes modificações no nível de produção. No entanto, quando o raleio mecânico é realizado na floração dos pessegueiros deve-se considerar certos riscos como a variabilidade na frutificação e ocorrência de geadas tardias. É importante ressaltar, que o raleio mecânico não se trata de substituir totalmente o raleio manual dos frutos, mas ambos podem ser utilizados com o intuito de reduzir o tempo necessário do raleio manual, ou seja, que a mão de obra, escassa e onerosa, possam ser efetivamente utilizada em repasses de aprimoramento da prática manual de ralear frutos.

Em relação à nutrição das plantas, observou-se que a aplicação de até 180 Kg ha⁻¹ de N não foi suficiente para obter o máximo rendimento da cultura em plantio adensado. Assim, pressupõem que os pessegueiros cultivados em plantio adensado requerem maior quantidade de adubação nitrogenada. Entretanto, 180 Kg ha⁻¹ de N proporcionou maior crescimento vegetativo dos pessegueiros, o que

evidencia que deve haver maior atenção no manejo da poda quando se utiliza altas doses de N.

O incremento das doses de N aumenta o teor de N nas folhas de pessegueiros. Entretanto, mesmo para as maiores doses de N aplicados no solo, os níveis foliares de N são considerados na faixa abaixo do normal e normal, conforme a Comissão de Química e Fertilidade do Solo de RS / SC (2016). Esses resultados indicam que o valor recomendado pela CQFS-RS/SC (2016) encontra-se inferior aos encontrados nesse estudo para o incremento da produtividade dos pessegueiros.

Além da adubação nitrogenada, constatou-se que a adubação potássica também interfere na produtividade dos pessegueiros. Neste trabalho as doses de 68 a 97 Kg ha⁻¹ de K₂O apresentam as máximas produtividades. Para este nutriente foi possível estabelecer o nível crítico entre a produção e o teor foliar de K. Os valores encontrados neste estudo estão acima dos indicados pela CQFS-RS/SC (2016).

O fato da adubação nitrogenada e potássica alterar os índices produtivos dos pessegueiros evidencia a importância do produtor monitorar a fertilidade dos pomares, seja no solo e/ou através das folhas. Ao realizar a análise de solo e foliar periodicamente, o produtor pode realizar a adubação dos pomares de forma adequada de acordo com a quantidade necessária requerida pelas plantas e evitar o desperdício de adubos. Ressalta-se que os produtores de pessegueiros na região Sul do Brasil utilizam na adubação de manutenção formulações prontas de NPK, e dependendo pode estar ocorrendo à falta ou excesso dos nutrientes.

A quantidade de N e K aplicados via solo além de interferir na produção, também alteram a qualidade dos frutos e sua conservação. De modo geral, plantas bem nutridas produzem frutos de qualidade e podem promover o aumento do período de conservação. Os consumidores de pêssegos buscam frutos com coloração atraente, doces e com bom tamanho. Para que essas características sejam encontradas uma alternativa é associar os manejos dos pomares com os métodos de refrigeração.

A adubação mineral é a forma mais utilizada no cultivo de frutíferas de caroço. No entanto, vários estudos realizados mundialmente vêm destacando os benefícios dos adubos orgânicos, que podem ser uma alternativa viável a adubação mineral. No estudo realizado na Itália foi possível observar que o uso de composto ou esterco bovino proporcionou uma satisfatória produção, sem interferir na qualidade dos

frutos. Esses adubos orgânicos podem ser utilizados nos pomares devido ao seu baixo custo, além de contribuir para a sustentabilidade do agroecossistema.

Com a necessidade de conciliar questões econômicas e ecológicas, além da busca por maiores produtividades nos pomares, evidência a importância de que estudos com compostos orgânicos devam ser aprimorados no Brasil. Para que exista uma fruticultura sustentável no Sul do Brasil para a cultura do pessegueiro, é necessário o desenvolvimento de tecnologias e práticas agrícolas que possibilitem o aumento do teor de matéria orgânica no solo e a otimização da eficiência dos fertilizantes, além de reduzir as perdas e os impactos ambientais.

O avanço do conhecimento obtido com os resultados deste trabalho configura essencialmente uma oportunidade de consolidar novas práticas de raleio e de manejo nutricional das plantas, como uma resposta tecnológica para atender a cadeia produtiva e aumentar a rentabilidade econômica do pomar.

6 REFERÊNCIAS

BALDI, E.; MARCOLINI, G., QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MUZZI, E.; TOSELLI M. Organic fertilization in nectarine (*Prunus persica* var. *nucipersica*) orchard combines nutrient management and pollution impact. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.105, p.39–50, 2016.

SORRENTI, G.; TOSELLI M. Soil leaching as affected by the amendment with biochar and compost. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.226 p. 56–64, 2016.

BARRETO, C.F.; NAVROSKI, R.; ZANDONÁ, R.R.; FARIAS, R.M.; MALGARIM, M.B.; MELLO-FARIAS, P.C. Effect of chemical thinning using 6-benzyladenine (BA) on Maciel peach (*Prunus persica* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v.12(06), p.980-984, 2018.

BARRETO, C.F.; ANTUNES, L.E.C.; FERREIRA, L.V.; NAVROSKI, R.; BENATI, J.A.; PEREIRA, J.F.M. Mechanical flower thinning in peach trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 6, e-465, 2019.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D. Effects of controlled atmosphere on plums. **Central Valley Postharvest Newsletter**, v. 17, p. 4-6, 2008.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016.

DELLA BRUNA, E.; BACK, A. J. Adubação nitrogenada em pessegueiros ‘Aurora’ e ‘Chimarrita’. **Tecnologia e Ambiente**, v. 20, p. 71-80, 2014.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statical Databases**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 1 de dezembro de 2019.

FARIAS, R. de M.; MARTINS, C.R.; BARRETO, C.F.; GIOVANAZ, M.A.; MALGARIM, M.B.; MELLO-FARIAS, P. Time of metamitron application and concentration in the chemical thinning of ‘Maciel’ peach. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n.4, 2019.

FERREIRA, L.V.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I.S.; SCHMITZ, J.D.; ANTUNES, L.E.C. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.2, p.172-181, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/Tabela/listabl.asp?z=teo=11ei=Pec=1613>>. Acesso em: 01 dezembro de 2019.

MARODIN, G. A. B.; ALMEIDA, G. K.; MARODIN, F. A. Mercado mundial das frutas de caroço. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 6., 2014, Avaré. **Anais...** Avaré, SP: [s.n], 2014.

MARTIN, B.; TORREGROSA, A.; GARCIA BRUNTON, J. Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. **Scientia Horticulturae**, v.125, n.4, p.658 - 665, 2010.

MARTIN-GORRIZ, B.; TORREGROSA A.; BRUNTON, J.G.; Feasibility of peach bloom thinning with hand-held mechanical devices. **Scientia Horticulturae**, v.129, n.1, p.91-97, 2011.

MILLER, S.S.; SCHUPP, J.R.; BAUGHER, T.A.; WOLFORD, S.D. Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches. **Hortscience**, v. 46, n.1, p. 43–51, 2011.

MAYER, N.A.; FRAZON, R.C.; RASEIRA, M. do C. **Pêssego, nectarina e ameixa: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 220p.

MARTINS, C.R.; HOFFMANN, A.; ROMBALDI, C.V.; FARIAS, R.M.; TEODORO, A.V. Apple biological and physiological disorders in the orchard and in postharvest according to production system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.1–8, 2013.

OLIVEIRA, P.D.; MARODIN, G.A.B.; ALMEIDA, G.K.; GONZATTO, M.P.; DARDE, D.C. Heading of shoots and hand thinning of flowers and fruits on 'BRS Kampai' peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.11, p.1006-1016, 2017.

ROMBOLÀ, A. D.; SORRENTI, G.; MARODIN G.A.B.; DE PIERI, A.Z.; BARCA, E. Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, 2012.

RUFAT, J.; DOMINGO, X.; ARBONÉS, A.; PASCUAL, M.; VILLAR, J. M. Interaction between water and nitrogen management in peaches for processing. **Irrigation Science**, v. 29, p. 321-329, 2011.

SAUERTEIG, K.A.; CLINE, J.A. Mechanical blossom thinning of 'Allstar' peaches influences yield and quality. **Scientia Horticulturae** 160:243–250, 2013.

SCIUBBA, L.; CAVANI, L.; GRIGATTI, M.; CIAVATTA, C.; MARZADORI, C.; Relationships between stability, maturity, water-extractable organic matter of municipal sewage sludge composts and soil functionality. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22 p. 13393–13403, 2015.

SIMÕES, M.P.; VULETA, I.; BELUSIC, N. Monda mecânica de flores com equipamento electro'flor em pessegueiros da cultivar 'Rich Lady'. **Revista de Ciências Agrárias**, v.363, p.297-302, 2013.

TOSELLI, M.; BALDI, E.; CAVANI, L.; MAZZON, M.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MARZADORI, C. Soil-plant nitrogen pools in nectarine orchard in response to long-term compost application. **Science of the Total Environment**, v. 671, p.10–18, 2019.