

COMPOSIÇÃO MINERAL MAÇÃS SUBMETIDAS AO AJUSTE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DA PLANTA

MINERAL COMPOSITION OF APPLES SUBMITTED TO GRADUAL ADJUSTMENTS OF PRODUCTIVITY

Gentil Carneiro Gabardo¹, Mariuccia Schlichting De Martin², Marcelo Couto³, José Luiz Petri⁴, Bianca Schweitzer⁵, Cristhian Leonardo Fenili⁶

RESUMO:

O objetivo do presente estudo foi avaliar os teores minerais presentes em frutos de maçã oriundos de diferentes níveis de ajuste da capacidade produtiva, bem como, comparar sua influência em diferentes estruturas reprodutivas da planta. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 2 e sete repetições, sendo cinco ajustes de carga (30, 40, 50, 60 e 70 toneladas por hectare), e duas estruturas de frutificação (esporões fracos e esporões fortes). Os trabalhos foram conduzidos em pomar experimental localizado no município de Caçador, SC, na safra 2017/2018. Foram utilizadas macieiras da cultivar 'Luiza' manejadas de acordo com as práticas de manejo recomendadas no sistema integrado de produção da macieira. As plantas foram submetidas a diferentes ajustes de carga de acordo com a produtividade esperada. Em pré-colheita foram coletados frutos de esporões fortes e esporões fracos. Para determinação da composição mineral foram utilizados 2 frutos de esporão forte e dois frutos de esporão fraco por planta. Para a análise mineral foi utilizada uma fatia longitudinal de 1,0 cm de espessura, em forma de cunha, com casca, sem a parte central do carpelo, indiferente da sua posição no fruto. Após as determinações, foram ainda calculadas as relações N/Ca, K/Ca e K+Mg/Ca. Os dados obtidos foram submetidos à ANAVA. Quando verificada significância, procedeu-se com análise de

¹ Eng. Agr. M.Sc. Doutorando em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages-SC, Brasil. Email: ge.gabardo@gmail.com

² Eng^a. Agr^a. Pesquisadora. EPAGRI-Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Caçador/SC. Email: mariucciamartin@epagri.sc.gov.br

³ Eng. Agro. Doutor e Pesquisador. EPAGRI-Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Caçador/SC. Email: marcelocouto@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng. Agro. Mestre e Pesquisador. EPAGRI-Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Caçador/SC. Email: petri@epagri.sc.gov.br

⁵ Química, Doutora e Pesquisadora. EPAGRI-Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Caçador/SC. Email: biancaschweitzer@epagri.sc.gov.br

⁶ Eng. Agr. M.Sc. Doutorando em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages-SC, Brasil. Email: cristhianfenili@hotmail.com

regressão. A concentração de todos os minerais analisados, bem como, suas relações, foram influenciadas pelo ajuste de carga a que as plantas foram submetidas. Os minerais P, K e Ca tiveram ajuste linear, proporcional ao aumento da produtividade. A concentração de N encontrada na polpa dos frutos, não diferiu em relação ao tipo de estrutura reprodutiva, nem seguiu uma tendência ao aumento da produtividade do pomar. A concentração de Mg encontrada na polpa dos frutos, segue um comportamento quadrático, com tendência à aumentar com o aumento da produtividade, até determinado ponto, em que novamente reduz. O aumento da produtividade reflete negativamente na qualidade nutricional dos frutos, e conseqüentemente na sua capacidade de armazenagem. Estruturas bem desenvolvidas (esporões fortes) produzem frutos de melhor qualidade quando comparados a esporões fracos.

Palavras chave: *Malus domestica*, esporão, distúrbios fisiológicos

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the mineral content of apples from different plants with adjusting different crop load treatments (thinning), as well as to compare different productive structures of the plant (strong and weak spurs). The experiment was conducted in a randomized block design, with a 5 x 2 factorial scheme and seven replications, with five crop load adjustments (30, 40, 50, 60 and 70 tons per hectare), and two fruiting structures (weak spurs and spurs weak). The works were conducted in an experimental orchard located in the municipality of Caçador, SC, in the 2017/2018 growing season. 'Luiza' apple trees were managed according to the management practices recommended in the integrated apple tree production system. The plants were submitted to different crop load adjustments according to the expected productivity. In pre-harvest fruits were collected from strong spurs and weak spurs. To determine the mineral composition, two fruits of strong spur and two fruits of weak spur were used per plant. For the mineral analysis a longitudinal slice of 1.0 cm in wedge shape was used, with bark, without the central part of the carpel, regardless of its position in the fruit. After the determinations, the N/Ca, K/Ca and K+Mg/Ca ratios were also calculated. The data were submitted to ANAVA. When significance was verified, regression analysis was performed. The concentration of all the minerals analyzed, as well as their relationships, were influenced by the adjustment of the load to which the plants were submitted. The minerals P, K and Ca had a linear adjustment proportional to the increase in productivity. The concentration of N found in fruit pulp did not differ in relation to the type of reproductive structure nor did it follow a tendency to increase orchard productivity. The concentration of Mg found in fruit pulp follows a quadratic behavior, with a tendency to increase with increasing productivity, to a point where it again reduces. The increase in productivity reflects negatively on the nutritional quality of the fruits, and consequently on their storage capacity. Well developed structures (strong spurs) produce better quality fruit when compared to weak spurs.

Key words: Malus domestica, spur, physiological disorders

INTRODUÇÃO

A importância da cultura da macieira se evidencia visto que essa fruta é a segunda mais produzida mundialmente, sendo, no ano de 2016 a produção mundial estimada de 91,4 milhões de toneladas, atrás apenas da cultura da banana. Em nível nacional, neste mesmo ano, a produção aproximada foi de 1,05 milhões de toneladas FAOSTAT (2018).

O consumo da maçã é crescente em nível mundial e nacional, tanto na forma *in natura*, quanto na forma de produto processado. Embora tenhamos um curto período de colheita, a fruta é oferecida ao consumidor o ano todo, graças a tecnologia de armazenamento pós-colheita. Contudo, durante o armazenamento, as perdas pós-colheita são elevadas, em virtude da ocorrência de doenças (podridões), danos mecânicos e distúrbios fisiológicos (BRACKMANN et al., 2010).

A composição mineral apresenta extrema importância, sendo chave para a manutenção da qualidade dos frutos durante a pós-colheita (BRACKMANN et al., 2010), sobretudo devido a sua relação com a incidência de distúrbios fisiológicos na cultura da macieira, como é o caso do “bitter pit” e da degenerescência de polpa (MIQUELOTO et al., 2011; CORRÊA et al., 2017). O cálcio é o elemento mais comumente associado à qualidade de frutos e à ocorrência de desordens fisiológicas, pois o mesmo exerce um importante papel na permeabilidade seletiva, na estruturação e na funcionalidade das membranas celulares (FREITAS et al., 2010; MIQUELOTO et al., 2011; AMARANTE et al., 2013). Além disso, altos teores de K e Mg também podem estar associados à incidência de distúrbios fisiológicos, uma vez que esses elementos competem pelos mesmos sítios de ligação do Ca na membrana plasmática, apesar de não desempenharem a mesma função na manutenção da integridade e estrutura de membranas na célula (FREITAS et al., 2010). Conteúdos elevados de nitrogênio (N) (AMARANTE et al., 2010) também estão relacionados com a presença de “bitter pit” em maçãs. Entretanto, além do efeito que cada nutriente pode exercer sobre a ocorrência de distúrbios, a relação entre as concentrações de nutrientes na polpa também pode predispor os frutos ao desenvolvimento de determinadas desordens.

Além disso, frutos com teores mais elevados de Ca podem ter maior potencial de armazenagem, devido à menor produção de etileno, menor perda de firmeza de polpa e menor incidência de podridões (BRACKMANN et al., 2010).

A análise de frutos tem como objetivo avaliar o equilíbrio nutricional próximo à colheita, permitindo adotar estratégias de manejo adequadas e estimar as possíveis ocorrências de distúrbios fisiológicos nos frutos. De acordo com Amarante et al. (2009)

relatam que o risco de ocorrência de "bitter pit" pode ser avaliado por meio de análise mineral dos frutos. Uma vez que a composição mineral pode indicar o potencial de armazenagem dos frutos, esse conhecimento pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao destino a ser dado às frutas na colheita, contribuindo para redução das perdas pós-colheita. No interior do dossel de uma planta de macieira, existem basicamente três tipos de estruturas reprodutivas, gemas axilares, brindilas e esporões, sendo que a qualidade dos frutos produzidos nessas estruturas podem ter diferenças, visto que os melhores frutos são geralmente são provenientes de estruturas com desenvolvimento e vigor adequados, principalmente em brindilas e esporões, como relata Francescatto (2014). Todavia, existem poucos estudos que elucidem a dinâmica de nutrientes nos frutos na cultura da macieira, mais especificamente macieira 'Luiza' submetida a diferentes ajustes de carga, visando o ajuste da capacidade produtiva das plantas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os teores minerais presentes em frutos de maçã oriundos de diferentes níveis de ajuste da capacidade produtiva, bem como, comparar sua influência em diferentes estruturas reprodutivas da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em pomar experimental localizado no município de Caçador, SC (latitude 26°46'S, longitude 51° O, altitude 960 metros), na safra 2017/2018. Foram utilizadas plantas de macieira da cultivar SCS425 Luiza com três anos de idade, enxertadas sobre porta enxerto M9 com densidade de plantio de 2.500 plantas ha⁻¹. A 'SCS 425 Luiza' foi desenvolvida pela Epagri como produto de cruzamento controlado, realizado em 2001 entre os cultivares Imperatriz (♀) e Cripps Pink (♂). A cultivar Luiza destaca-se por ser resistente a mancha de glomerela, aparência e qualidade gustativa dos frutos (EPAGRI, 2015).

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 2 e sete repetições, sendo cinco ajustes de carga (30, 40, 50, 60 e 70 ton ha⁻¹) e duas estruturas de frutificação (esporões fortes e esporões fracos). Desde a implantação do experimento até o término da realização deste estudo, o pomar foi conduzido de acordo com as práticas de manejo recomendadas no sistema integrado de produção da macieira (SANHUEZA et al., 2006).

Em laboratório se realizou a amostragem de frutos da macieira 'SCS425 Luiza' previamente armazenados em câmara frigorífica e se determinou, em balança digital

de precisão, a massa fresca média dos frutos (kg) e posteriormente a relação do número frutos por quilograma. Após a obtenção da relação de oito (08) frutos de 'SCS425 Luiza' por quilograma, se determinou que o número de frutos por planta necessários para obter os níveis de produtividade (capacidade de carga) previamente estabelecidos de 30, 40, 50, 60 e 70 (ton ha⁻¹) eram de 96, 128, 160, 192 e 224 (frutos planta⁻¹), respectivamente. Logo após, nas plantas de macieiras previamente identificadas, se contou o número total de frutos e se procedeu o raleamento manual da quantidade de frutos necessários para que restassem nas plantas a o número de frutos por planta conforme os níveis de produtividade anteriormente informados.

Em pré-colheita foram coletados frutos de esporões fortes (esporões com número de folhas superior a quatro) e esporões fracos (com quatro ou menos folhas). Para determinação da composição mineral foram utilizados 2 frutos de esporão forte e dois frutos de esporão fraco por planta. Para a análise mineral foi utilizada uma fatia longitudinal de 1,0 cm de espessura, em forma de cunha, com casca, sem a parte central do carpelo, indiferente da sua posição no fruto, segundo metodologia descrita por Schweitzer e Suzuki (2013). O processamento das amostras foi realizado com o auxílio de um mixer Braun Multiquick MR40. Foram determinados os teores dos minerais Ca, K, P, Mg e N (mg kg⁻¹ de massa fresca). As amostras foram solubilizadas com ácido sulfúrico concentrado e peróxido de hidrogênio 30%, e submetidas a aquecimento a 150 °C por 2 horas. Após, foram feitas as diluições para determinação dos elementos K, Ca e Mg através do espectrofotômetro de absorção atômica (SCHVEITZER; SUZUKI, 2013), modelo Analyst 200, da marca PerkinElmer® (Waltham, EUA). Os teores do mineral N foram determinados pelo método de Kjeldahl, conforme descrito por Labconq (2005). O teor de fósforo foi determinado pelo método molibdato/vanadato em meio ácido, e a concentração determinada através da leitura em espectrofotômetro UV-VIS, marca Varian, em 420 nm (SCHVEITZER; SUZUKI, 2013). Após as determinações, foram ainda calculadas as seguintes relações entre os nutrientes: N/Ca, K/Ca e K+Mg/Ca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância (ANAVA). Quando verificada significância, procedeu-se a análise de regressão. As análises estatísticas foram executadas com o programa Sisvar v.5.6® (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de todos os minerais analisados, bem como, suas relações foram influenciadas pelo ajuste de carga a que as plantas foram submetidas. Minerais como P, K e Ca tiveram ajuste linear, proporcional ao aumento da produtividade, ou seja, quanto mais frutos menor os teores minerais de P e K, e maiores os teores de Ca. Foi observada interação entre a produtividade do pomar e o tipo de estrutura na qual os frutos se desenvolvem, para a questão de concentração de magnésio presente na polpa e para a massa média dos frutos produzidos (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadro de análise da variação de teores minerais, relações entre minerais e massa fresca média de frutos de maçã, oriundos de diferentes estruturas reprodutivas (esporão forte e fraco) de plantas de macieira 'SCS425 Luiza' submetidas a diferentes tratamentos de ajuste de capacidade produtiva no ciclo agrícola de 2017/2018. Caçador - SC, 2018.

Fonte de variação	Teores minerais				
	N	P	K	Ca	Mg
	Quadrado médio				
Carga (C)	2836,94**	5519,26*/L	47893,83*/L	91,50*/L	111,17*/Q
Esporão (E)	2701,04	2405,94	8180,37	46,08	382,13*
C x E	1570,26	3914,70	15535,61	6,79	37,50**
Bloco	322,07	511,66	26589,90	26,78	23,86
Erro	12391,57	13044,96	455497	19,88	10,51
Média	340,76	159,98	1035,37	51,66	46,56
CV (%)	7,7	16,8	6,52	8,63	6,96

Fonte de variação	Relações entre minerais			Massa fresca média dos frutos (g)
	N/Ca	K/Ca	K+Mg/Ca	
	Quadrado médio			
Carga (C)	4,055*/L	54,596*/L	57,450*/L	60,3406
Esporão (E)	0,0070	1,0603	0,6135	6765,01*
C x E	0,5313	3,3652	2,9951	243,53*/L
Bloco	0,1484	22,127	23,566	242,69
Erro	0,4557	3,8806	4,1071	57,5801
Média	6,67	20,31	21,22	110,47
CV (%)	10,12	9,70	9,55	6,87

** , * significativo a 5 e a 1% de probabilidade de erro, respectivamente. ns = não significativo. L = Significativo para ajuste linear. Q = Significativo para ajuste quadrático.

A concentração de nitrogênio encontrada na polpa dos frutos, não se diferiu em relação ao tipo de estrutura reprodutiva, ou seja, esporão forte e fraco, tão pouco foi afetada, nem seguiu uma tendência ao aumento da produtividade do pomar, mas sim, um comportamento diferenciado entre os tratamentos (Tabela 2). Observou-se uma diminuição da concentração de N encontrada na polpa de frutos das plantas com produtividade de 40 e 70 toneladas por hectare.

Tabela 2 – Teores de nitrogênio (mg/kg) encontrados em frutos de maçã, oriundos de plantas de macieira 'Luiza' submetidas a diferentes tratamentos de ajuste de carga (raleio), no ciclo agrícola de 2017/2018. Caçador - SC, 2018.

Produtividade Ajustada (t ha ⁻¹)	Nitrogênio (mg/kg)
30	363.0 a
40	311.4 b
50	348.3 a
60	356.0 a
70	325.1 b
CV%	7,0

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não se diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns = não significativo

As concentrações de fósforo e potássio encontradas nos frutos reduziram de maneira linear em relação ao aumento da produtividade do pomar, enquanto que a concentração de Ca aumentou linearmente com o aumento da produtividade (Figura 1).

Embora a redução nos teores de P observada com o aumento da produtividade tenha sido significativa, ainda se manteve acima dos limites considerados críticos para a cultura, que de acordo com Neilsen et al. (2008) maçãs tendem a desenvolver distúrbios como o ‘pingo de mel’ quando os teores de P ficam abaixo de 100 mg kg⁻¹. De acordo com os mesmos autores, o P aumenta a atividade antioxidante de maçãs, exercendo um papel fundamental na manutenção da integridade e estabilidade de membranas.

Os teores de K acima de 950 mg kg⁻¹, podem ser prejudiciais ao armazenamento dos frutos, pois interferem aumentando a relação K/Ca que favorece o surgimento de “bitter pit” e degenerescência de polpa, uma vez que compete com o cálcio por sítios de ligação na membrana plasmática das células, porém não tem o mesmo desempenho na manutenção da integridade dessa membrana (NEUWALD et al. 2008; FREITAS et al., 2010).

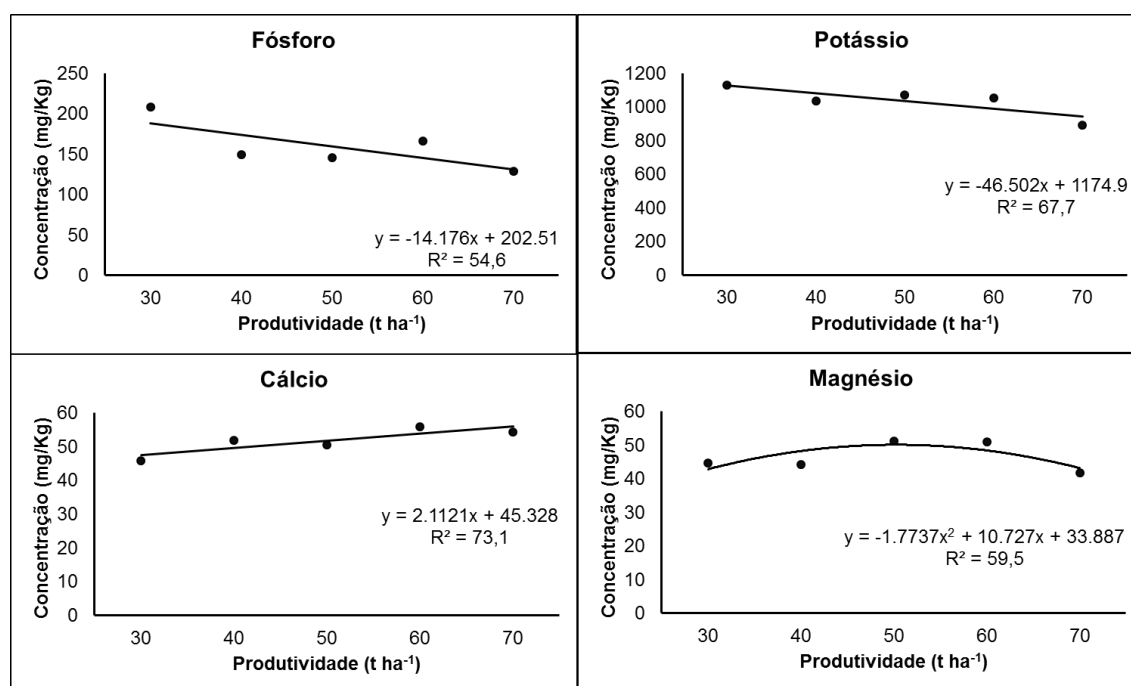


Figura 1. Linhas de tendência de teores minerais de frutos de maçã, oriundos de plantas de macieira ‘Luiza’ submetidas a diferentes tratamentos de ajuste de carga (raleio), no ciclo agrícola de 2017/2018. Caçador - SC, 2018.

Essa variação dos teores minerais em relação a produtividade pode ser explicada pelo maior número de frutos por planta necessário para atingir a produtividade esperada. Com o aumento do número de frutos nas plantas, para se obter maiores produtividades, a tendência é que os recursos sejam distribuídos de maneira proporcional entre os frutos a serem nutridos, causando assim uma

redução nos teores minerais encontrados na polpa. Outra tendência do aumento da produtividade, é a maior permanência de frutos pequenos e oriundos de estruturas reprodutivas de qualidade inferior, como os frutos de esporões fracos. O aumento na concentração de cálcio presente na polpa dos frutos observada com o aumento da produtividade, é reflexo de uma população de frutos de menor calibre, visto que este mineral é translocado para os frutos exclusivamente no início do seu desenvolvimento, e sua concentração final será relativa ao tamanho final do frutos, sendo que frutos pequenos tendem a ter maiores concentrações de Ca em comparação à frutos grandes. As concentrações de Ca observadas, indiferentemente da produtividade do pomar, ficaram acima dos limites aceitáveis e recomendados para a manutenção da qualidade pós colheita dos frutos e redução da ocorrência de distúrbios fisiológicos, que de acordo com Amarante et al. (2012) deve ser maior do que 40 mg kg^{-1} de massa fresca. O Ca é translocado ao fruto via xilema durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos, sendo transportado em quantidades ínfimas via floema (NAIFF, 2007). Nesse sentido, a quantidade de Ca no fruto está diretamente relacionada com a taxa de transpiração do fruto e com a funcionalidade do xilema vascular (DICHIO et al., 2003), as quais tendem a variar ao longo do ciclo da macieira, também de acordo com a estrutura responsável pela nutrição deste fruto. Além disso, o tecido vascular do xilema tende a perder a funcionalidade com o crescimento e desenvolvimento dos frutos, comprometendo a absorção de Ca (MIQUELOTO et al. (2014).

A concentração de magnésio encontrada na polpa dos frutos, segue um comportamento quadrático, como visto na Figura 1, com tendência à aumentar com o aumento da produtividade, até determinado ponto, com posterior redução. Isso se dá, principalmente pelo aumento do número médio de frutos por planta e conseqüentemente, maior número de frutos oriundos de esporões fracos, que apresentam menores concentrações de Mg, bem como, massa fresca média inferior aos frutos produzidos em esporões fortes (Tabela 3). Para Mg, maçãs com teores superiores a 40 mg kg^{-1} , apresentam menores riscos de ocorrência de “bitter pit” (AMARANTE et al., 2012), isso pode se mostrar um fator preocupante, principalmente para a manutenção da qualidade dos frutos oriundos de esporões fracos, pois estes mostraram concentrações de Mg inferiores as recomendadas, quando a produtividade esperada foi superior a sessenta toneladas por hectare.

Tabela 3 – Quadro de análise da variação de teores minerais, relações entre minerais e massa média de frutos de maçã, oriundos de diferentes estruturas reprodutivas (Esporão forte e fraco) de plantas de macieira 'Luiza' submetidas a diferentes tratamentos de ajuste de carga (raleio), no ciclo agrícola de 2017/2018. Caçador - SC, 2018.

Carga	Magnésio		Média
	Esporão forte	Esporão fraco	
30	46.3 b-	43.0 --	44.7 b
40	45.1 b-	43.2 --	44.2 b
50	58.1 aA	44.4 -B	51.3 a
60	56.3 aA	45.5 -B	50.9 a
70	44.8 bA	38.7 -B	41.7 b
Média	50.1 A	43.0 B	-
CV%	6,96		

Carga	Massa média dos frutos		Média
	Esporão forte	Esporão fraco	
30	134.8 A	102.6 aB	118.7 ^{ns}
40	124.6 A	96.0 aB	110.3
50	124.7 A	99.9 aB	112.3
60	116.8 A	96.3 aB	106.6
70	126.6 A	82.4 bB	104.5
media	125.5 A	95.5 B	-
CV%	6,87		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não se diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns = não significativo

Esporões fracos tendem a produzir frutos de menor tamanho e de menor qualidade, uma vez que há pouca fonte de carboidratos (folhas fotossinteticamente ativas) ligadas a esses frutos, e assim estes não recebem a quantidade de recursos necessária ao seu desenvolvimento adequado. O aumento da produtividade de um pomar proporciona uma redução linear nas relações minerais (N/Ca, K/Ca, K+Mg/Ca) e na massa média dos frutos produzidos em esporões fracos (Figura 2).

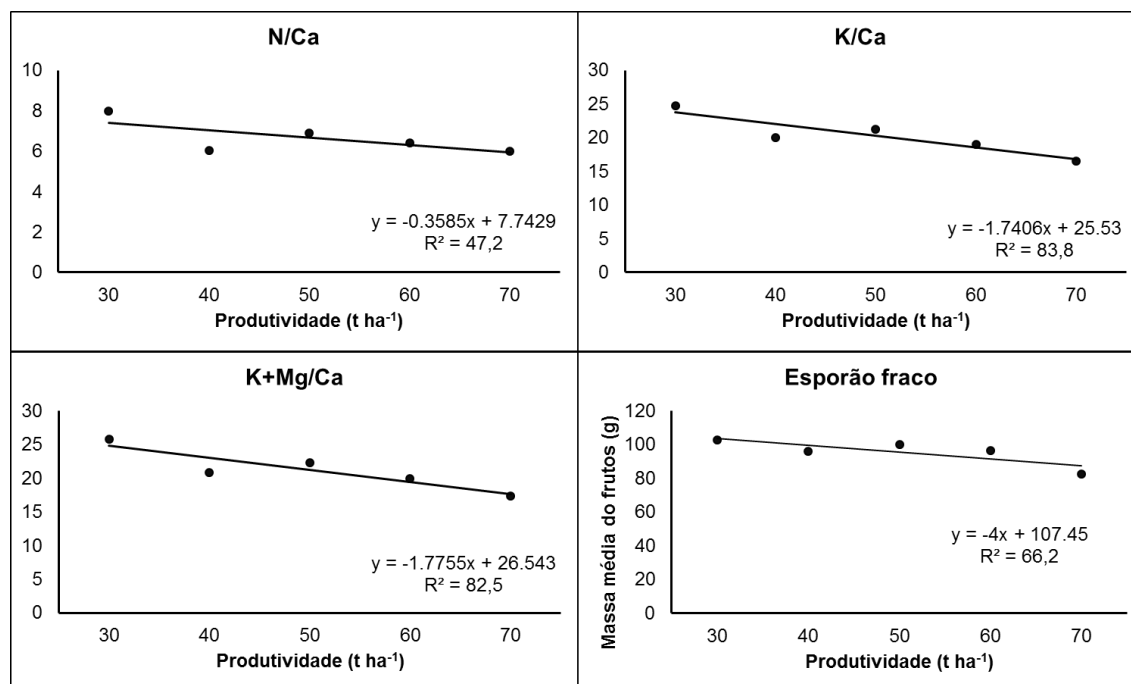


Figura 2. Linhas de tendência para relações entre minerais de frutos de maçã e massa média dos frutos produzidos em esporões fracos, oriundos de plantas de macieira 'Luiza' submetidas a diferentes tratamentos de ajuste de carga (raleio), no ciclo agrícola de 2017/2018. Caçador - SC, 2018.

Para as questões de armazenamento, a redução nas relações minerais dos frutos, principalmente a relação (K+Mg)/Ca observada com o aumento da produtividade das plantas, seria benéfica ao armazenamento. Pois Amarante et al., (2010) e Amarante et al., (2012) descrevem a importância da relação (K+Mg)/Ca ao invés dos valores dos teores de minerais isolados para avaliar o risco de ocorrência de "bitter pit" em maçãs, em que maçãs do grupo 'Gala' e 'Golden Delicious' com relação (K+Mg)/Ca maior do que 27 e 32, respectivamente, apresentam maior risco de manifestarem o distúrbio. A cultivar 'Luiza' tem potencial para altas produtividades, desde que bem manejada e bem nutrida, visto que, os valores nutricionais presentes nos frutos no momento da colheita irão determinar o potencial de armazenamento desses frutos.

CONCLUSÕES

O aumento da produtividade reflete negativamente na qualidade nutricional dos frutos, e conseqüentemente na sua capacidade de armazenagem.

Estruturas bem desenvolvidas, esporões fortes, produzem frutos de melhor qualidade quando comparados a esporões fracos.

Os resultados sugerem que com o aumento de produtividade as adubações devem ser aumentadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Bolsas do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – **FUMDES** pela concessão da bolsa de estudos ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; ERNANI, P.R. Identificação pré-colheita do risco de ocorrência de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’ por meio de infiltração com magnésio e análise dos teores de cálcio e nitrogênio nos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n.1, p.27-34, 2010.

AMARANTE, T. V. C., ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A.; BASSO, C. Composição Mineral de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ produzidas no sul do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras, Brasília**, v.47, n.4, p.550-560, abril 2012.

BRACKMANN, A.; SCHORR, M.R.W.; PINTO, J.A.V.; VENTURINI, T.L. Aplicações pré-colheita de cálcio na qualidade pós-colheita de maçãs'Fuji'. *Ciência Rural*, v.40, p.1435-1438, 2010.

CORRÊA, T.R. et al. Composição mineral, qualidade e degenerescência de polpa de maçãs ‘Fuji’ em diferentes portaenxertos durante armazenamento em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 34, n.1, p.33-40, 2012.

CORRÊA, T.R.; STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; MIQUELOTO, A.; BRACKMANN, A.; ERNANI, P.R. Multivariate analysis of mineral content associated with flesh browning disorder in ‘Fuji’ apples produced in Southern Brazil. **Bragantia**, v.76, n.2, p.327-334, 2017.

DICHIO, B.; REMORINI, D.; LANG, A. Developmental changes in xylem functionality in kiwi fruit: implications for fruit calcium. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.610, p.191-195, 2003.

EPAGRI “SCS Luiza”: novo cultivar de macieira com sabor de polpa de alto padrão. EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** – programa estatístico. Versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

FRANCESCOTTO, P. **Comparação do desenvolvimento de estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* borkh.) sob diferentes condições climáticas – da formação das gemas à maturação dos frutos**. (2014). 239f, Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em recursos Genéticos Vegetais. UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

FREITAS, S.T.; AMARANTE, C.V.T.; LABAVITCH, J.M.; MITCHAM, E.J. Cellular approach to understand bitter pit development in apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.57, n.1, p.6-13, 2010.

LABCONCQ, 2005. **To Kjeldahl Nitrogen Determination Methods and Apparatus**. ExpotechUSA, Houston, texas, USA. Disponível através de <<http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/KJELDAHLguide>>.

MIQUELOTO, A. et al. Atributos fisiológicos, físico-químicos e minerais associados à ocorrência de “bitter pit” em maçãs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.7, p.689- 696, 2011.

MIQUELOTO, A.; AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; SANTOS, A.; MITCHAM, E. Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.165, n.1, p.319-323, 2014.

NAIFF, A.P.M. **Crescimento, Composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de Cv. Jungle King**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2007. 77p.

NEUWALD, D.A.; KITTEMANN, D.; STREIF, J. Possible prediction of physiological storage disorders in ‘Braeburn’ apples comparing fruit of different orchards. *Acta Horticulturae*, Wellington, n.796, p.211-216, 2008.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. especial, p.48-56, 2011.

SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. **Manejo da Macieira no Sistema de Produção Integrada de Frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164p.

SCHVEITZER, B.; SUZUKI, A. **Métodos de análises químicas de polpa fresca de maçã**. (Documentos nº 241). Maio, 2013