

## 13ª JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

### COMPOSIÇÃO MINERAL DOS FRUTOS DA MACIEIRA 'ROYAL GALA' INFLUENCIADA PELA APLICAÇÃO DO FITORREGULADOR TIDIAZUROM

### MINERAL COMPOSITION OF FRUITS OF APPLE 'ROYAL GALA' INFLUENCED BY TIDIAZURON APPLICATION

Everlan Fagundes<sup>1</sup>, José Luiz Petri<sup>2</sup>, Bianca Schweitzer<sup>3</sup> Thyana Lays Brancher<sup>4</sup> Cristhian Leonardo Fenili<sup>5</sup> <sup>1</sup>Eng. Agro., Doutorando em Produção Vegetal, UDESC/CAV-Lages/SC, everlanf@gmail.com; <sup>2</sup>Eng. Agrônomo., Me. Pesquisador Epagri/Estação Experimental de Caçador, petri@epagri.sc.gov.br; <sup>3</sup>Química., Dr<sup>a</sup>. Epagri – Estação Experimental de Caçador. biancaschweitzer@epagri.sc.gov.br; <sup>4</sup>Bióloga Industrial., Mestranda em Produção Vegetal, UDESC-CAV, Lages/SC. thyanalays@hotmail.com; <sup>5</sup>Eng. Agro., Mestrando em Produção Vegetal, UDESC/CAV-Lages/SC, cristhianfenili@hotmail.com.

#### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da composição mineral dos frutos da macieira 'Royal Gala', com aplicação de tidiazuron, cultivadas em condições de inverno ameno. O experimento foi conduzido durante os ciclos 2011/2012 a 2013/2014 em Fraiburgo, SC, em macieiras da cultivar Royal Gala. Em todos os ciclos de avaliação o delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial (6x3x2), com seis concentrações de TDZ, duas formas de aplicação e três anos de avaliação. As concentrações de TDZ respectivas a cada tratamento foram aplicadas parceladamente em duas épocas. A primeira aplicação foi realizada no estádio de balão rosado (E<sub>2</sub>), e a segunda aplicação no estádio de plena floração (F<sub>2</sub>). Foram avaliadas as variáveis: número médio de sementes e os teores minerais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e suas relações da polpa fresca de frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, e para as variáveis significativas foi realizada a análise de contrastes ortogonais. Utilizou-se também a análise de correlação de Pearson para verificar possíveis relações existentes entre os diferentes atributos avaliados. Nas condições avaliadas, houve redução no número de sementes por fruto nas plantas que receberam aplicação de TDZ. A aplicação de TDZ pode reduzir a concentração de potássio, cálcio e magnésio na polpa dos frutos em alguns anos. Os teores de minerais presentes na polpa mantem-se dentro da faixa de suficiência, independente da concentração de TDZ aplicada.

Palavras-chave: citocininas, sementes, nutrientes.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of tidiazuron concentration in fruit set and fruit quality of apple 'Royal Gala', grown in mild winter conditions. The experiment was arranged during cycles 2011/2012 to 2013/2014 in Fraiburgo, SC, in the Royal Gala apple trees. In all evaluation cycles the experimental design was a randomized block with factorial design (6x3x2) with six concentrations of TDZ, two application forms and three years of evaluation. The TDZ concentrations of each treatment were applied in two seasons. The first application was performed on pink bud stage (E2) and the second application in full bloom stage (F2). Fruits were assessed for: number of seeds, mineral content of N, P, K, Ca, Mg and their relationship. The data were submitted to analysis of variance and the significant variables was performed the analysis of orthogonal contrasts. We also used Pearson correlation analysis to check for possible relationships between the different attributes evaluated. Under the evaluated conditions, TDZ can reduce the number of seeds in the fruit. Potassium, calcium and magnesium concentration in apple fruit flesh can decrease by the application of TDZ in some years. The levels of minerals present in the apple fruit flesh keeps within the sufficiency range, regardless of the concentration of TDZ applied.

Keywords: cytokinins, seeds, nutrients.

## INTRODUÇÃO

Para a obtenção de produções satisfatórias, uma proporção considerável de flores deve frutificar, o que normalmente ocorre após a polinização e fertilização das flores. Entretanto, em condições desfavoráveis à polinização, e quando a intensidade de floração for baixa, pode ser necessário melhorar a frutificação efetiva, dessa forma, recomenda-se o uso de reguladores vegetais, de modo a garantir a regularidade da produção de pomáceas (HAWERROTH & PETRI, 2011).

Os reguladores de crescimento são compostos naturais ou sintéticos que, em pequenas concentrações, promovem, inibem ou desencadeiam uma série de processos fisiológicos no crescimento e desenvolvimento vegetal, com reflexos na expressão do potencial produtivo. A utilização de reguladores de crescimento, melhora a qualidade e produtividade e modular as épocas de produção e colheita ou mesmo outro processo fisiológico de interesse ao aumento da resposta produtiva (HAWERROTH et al., 2011).

O tidiazurom (TDZ) é um fitorregulador, do tipo difeniluréia pertencente ao grupo das citocininas, que apresenta grande eficiência no aumento da frutificação da macieira, pereira e em algumas cultivares de ameixeira nas condições do Brasil, auxiliando na maximização e a regularização dos índices produtivos (PETRI et al., 2001; PETRI et al., 2008). De acordo com ELFVING, (1984), citocininas podem afetar o crescimento vegetativo, concentrações de nutrientes, e carga na colheita.

Petri et al., (2001) também observaram que a aplicação de TDZ apesar de aumentar a frutificação efetiva na cultivar 'Gala', reduziu o número de sementes. Bramlage et al., (1990) relataram relação quase direta entre número sementes e tamanho dos frutos no momento da colheita ou da concentração de nutrientes na polpa da maçã 'Delicious'. Já Elfving & Cline, (1993), relataram que não houve relação entre o número de semente e tamanho dos frutos ou concentração de nutrientes na polpa dos frutos neste estudo. Segundo Hawerth e Petri, (2011) os frutos competem diretamente com outros drenos dentro da planta (ramos e raízes) por água, nutrientes e assimilados, restringindo sua disponibilidade. Dessa forma, o aumento do número de frutos na planta causado pela aplicação do TDZ pode restringir a concentração de alguns nutrientes na polpa dos frutos.

Atualmente, existe pouca informação disponível relacionada a estudar o efeito de reguladores de crescimento sobre o valor nutracêutico de frutos de macieira. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito das concentrações de TDZ no número de sementes e nos teores minerais dos frutos de macieiras 'Royal Gala', sob condições de inverno ameno.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido em pomar comercial, localizado no município de Fraiburgo-SC (latitude 27°04'S, longitude 50°52'W, altitude 960 metros), durante as safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. O clima da região é classificado como "Cfb", temperado constantemente úmido, com verão ameno, segundo a classificação de Köppen. Foram avaliadas macieiras da cultivar 'Royal Gala', enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido e interenxerto 'M.9', com a cultivar 'Imperatriz' como polinizadora. As temperaturas médias mensais registradas durante o experimento, bem como o registro das precipitações mensais, são apresentados na Figura 1. As unidades de frio, registradas durante o experimento de acordo com o modelo Carolina do Norte Modificado, mensais e acumulado, são apresentadas na Figura 2.

O pomar onde foram conduzidos os experimentos, apresentava densidade de plantio de 1.480 plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 4,5 metros entre linhas e 1,5 metros entre plantas. As plantas foram conduzidas no sistema líder central e manejada de acordo com recomendações do sistema de produção da macieira (SANHUEZA et al. 2006).

Em todos os ciclos de avaliação, o delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial (6x3x2), com seis concentrações de TDZ, duas aplicações e três anos de avaliação, composto por doze tratamentos com seis repetições, sendo a unidade experimental formada por uma planta. A primeira aplicação foi realizada no

estádio de balão rosado (E<sub>2</sub>), e a segunda aplicação no estágio de plena floração (F<sub>2</sub>). Como fonte de TDZ foi utilizado do produto Dropp<sup>®</sup>, com 50% de princípio ativo.

Tratamentos:

- 1 – TDZ – 0,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub>;
- 2 – TDZ – 5,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub>;
- 3 – TDZ – 10,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub>;
- 4 – TDZ – 15,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub>;
- 5 – TDZ – 20,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub>;
- 6 – TDZ – 25,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub>;
- 7 – TDZ – 0,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>;
- 8 – TDZ – 5,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>;
- 9 – TDZ – 10,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>;
- 10 – TDZ – 15,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>;
- 11 – TDZ – 20,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>;
- 12 – TDZ – 25,0 mg L<sup>-1</sup> aplicado nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>.

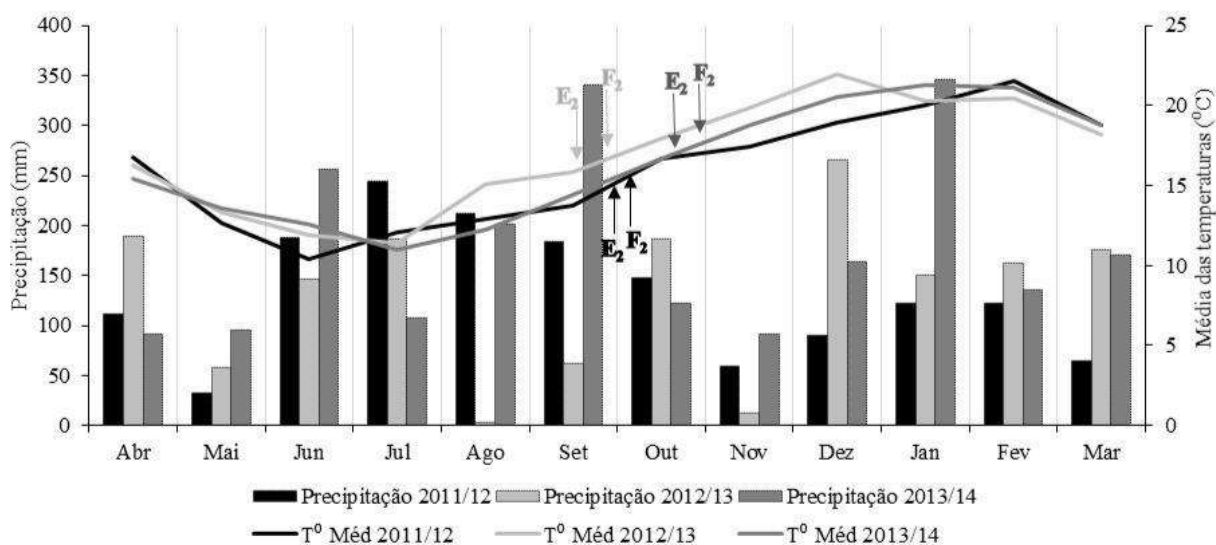
Foram avaliados 100 frutos por planta e nas parcelas que não tinham 100 frutos foram analisados todos os frutos da planta. Foram determinados os teores de nitrogênio (N) fósforo (P), potássio (K) cálcio (Ca), Magnésio (Mg), na polpa dos frutos (mg kg<sup>-1</sup> de massa fresca) e suas correlações. Foram analisados 20 frutos por amostra, retirando-se uma fatia longitudinal de 1 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). 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), marca Perkin Elmer modelo AA200. O método utilizado para determinar N foi o método Kjeldahl (LABCONCO, 2005), e os teores de P foram determinados 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). O número médio de sementes também foi contado em amostras de 20 frutos por planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e para as variáveis significativas foi realizada a análise de contrastes ortogonais. Utilizou-se também a análise de correlação de Pearson para verificar possíveis relações existentes entre os diferentes atributos avaliados. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa

computacional SISVAR, versão 5.0 (build 71) (FERREIRA, 2000) e no programa SAS (SAS INSTITUTE, 1998).

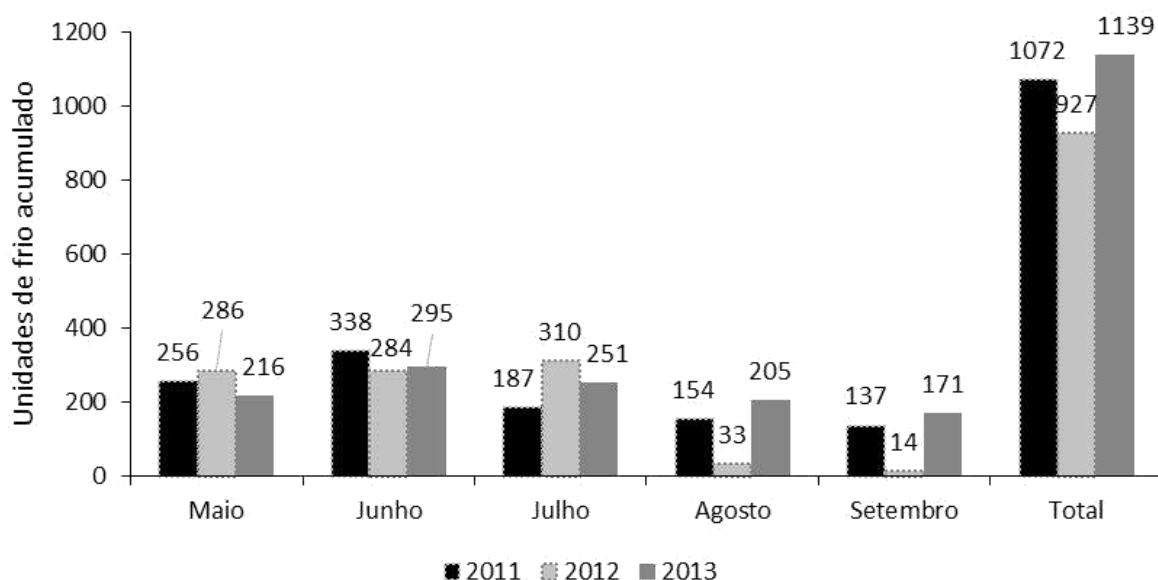
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de médias mensais de temperatura, precipitação mensal e unidades de frio mensais e acumulado observados no período compreendido entre o mês de abril a março de 2011/2012, 2012/2013 2013/2014, estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Segundo a Figura 1, a safra 2012/2013 apresentou temperaturas e precipitações superiores, quando comparada as safras 2011/2012 e 2013/2014.



**Figura 1** - Médias mensais de temperaturas e precipitação em pomares de macieiras 'Royal Gala', localizados em Fraiburgo-SC, durante os ciclos produtivos 2011/2012 a 2013/2014. E2 - Estádio de balão rosado; F2 - estágio de plena floração; C - colheita.

Os valores de unidades de frio apresentados na Figura 2, com exceção da safra 2012/2013 (927F), apresentaram somatório de unidades de frio maior que a média histórica (1058 UF - série 1973-2013) sendo que, o acúmulo foi ligeiramente maior na safra de 2013/2014 (1139 UF) em relação à safra 2011/2012 (1072 UF).



**Figura 2** - Unidades de frio, mensais e acumulado, segundo o modelo Carolina do Norte Modificado, durante os anos de 2011 a 2013, na região de Fraiburgo, SC.

A Tabela 1 apresenta o número de sementes por fruto, os valores de N e P analisados nas três safras estudadas neste trabalho. A composição nutricional dos frutos, mostrou certa variação para as diferentes concentrações de TDZ aplicadas (Tabelas 1 e 2). Porém, independente das concentrações de TDZ aplicadas, os teores de minerais presentes na polpa mantiveram-se dentro da faixa de suficiência para evitar distúrbios de pós-colheita (BASSO et al., 1986).

Nas plantas que receberam a aplicação de TDZ, observou-se alterações no número de sementes por fruto. Todas as concentrações testadas foram inferiores aos tratamentos TDZ 0 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estágio E<sub>2</sub> e nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub> e houve superioridade das plantas que receberam tratamentos de TDZ no estágio E<sub>2</sub> em comparação as plantas que receberam nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub> em todas as safras (Tabela 1).

Tratamentos	Número médio de sementes/fruto			Macronutrientes na polpa fresco dos frutos (mg Kg <sup>-1</sup> )					
				N			P		
	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2011/2012	2012/2013	2013/2014
1. TDZ – 0,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	4,3	3,0	3,8	317,4	350,2	337,9	203,2	153,7	143,0
2. TDZ – 5,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	4,3	2,1	3,7	329,6	372,2	359,0	190,9	122,5	118,8
3. TDZ – 10,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	4,2	2,4	3,4	341,4	356,0	334,7	178,4	177,2	159,0
4. TDZ – 15,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	3,7	2,6	3,7	313,4	305,9	344,6	196,1	184,0	173,8
5. TDZ – 20,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	3,9	1,8	4,3	320,3	354,4	362,1	182,9	177,2	164,8
6. TDZ – 25,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	3,7	1,4	4,0	331,2	386,7	336,8	182,3	139,8	130,1
7. TDZ – 0,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	3,8	4,0	4,0	326,2	344,3	325,2	207,6	157,1	145,5
8. TDZ – 5,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	2,9	1,4	3,3	333,2	317,5	316,9	199,2	171,8	159,8
9. TDZ – 10,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	2,5	1,6	2,9	336,8	350,5	326,5	179,6	148,1	143,6
10. TDZ – 15,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	1,8	1,2	3,1	342,2	379,4	330,6	187,8	152,4	161,1
11. TDZ – 20,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	2,1	2,0	2,7	347,7	350,2	334,6	185,5	137,8	128,1
12. TDZ – 25,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	2,0	1,4	2,6	335,9	355,4	312,4	180,2	161,4	156,6
CV (%)	10,5			6,1			7,1		
<b>Contrastes</b>									
TDZ 0 versus outros [(T1, T7) vs (T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T12)]	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
TDZ uma aplicação versus duas aplicações [(T3, T5, T4, T5, T6) vs (T8, T9, T10, T11, T12)]	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**Tabela 1** - Número de sementes e análise de nitrogênio, fósforo da polpa fresca dos frutos em macieiras ‘Royal Gala’ em função da concentração e épocas de aplicação de tiazazurom, nas safras 2011/2012 a 2013/2014, Fraiburgo, SC, 2015.

\*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro. E<sub>2</sub> - Estádio de balão rosado; F<sub>2</sub> - estádio de plena floração.  
Fonte: produção do próprio autor.

Observou-se que as plantas que receberam a aplicação de TDZ, tiveram o número de sementes por fruto reduzido em macieiras ‘Royal Gala’, quando comparadas aos tratamentos sem TDZ aplicado no estádio E<sub>2</sub> e nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>, assim como observado por Petri et al, (2001) em pereiras ‘Packham’s Triumph’, e Vercammen e Gomand (2008) em pereiras ‘Conference’. Além disso, observou-se maior número de sementes nas plantas que receberam tratamentos de TDZ no estádio E<sub>2</sub> em comparação as plantas que receberam aplicação de TDZ nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub> em todas as safras. Esse efeito pode ser resultado do aumento da concentração de TDZ aplicada.

Conforme trabalho de Hawerth et al, (2011), quando ocorre a competição por nutrientes entre o embrião e o endosperma da semente (durante o processo de formação da semente), pode ocorrer a interrupção do desenvolvimento ou aborto do embrião. Essa interrupção ou aborto pode ser induzido pela competição com ramos em crescimento ou frutos adjacentes necessitando amplo suprimento de nutrientes. Dessa forma, a maior porcentagem de frutos por inflorescência em uma planta, proporcionada inicialmente pelos fitorreguladores, pode ter acarretado uma maior necessidade de assimilados, comprometendo o aporte para o embrião das sementes, determinando o aborto dos mesmos (TROMP & WERTHEIM (2005).

As diferentes concentrações de N nos frutos de macieiras, podem estar relacionadas às variações climáticas, como a intensidade e distribuição das precipitações pluviométricas e a temperatura do solo. Esses fatores exercem grande influência sobre a velocidade da decomposição da matéria orgânica, a quantidade de N perdida por lixiviação e volatilização



(ALEXANDER, 1977), e sobre o suprimento e absorção de N pelas plantas (HAVLIN et al., 2005).

Os valores médios de N observados foram superiores a  $390 \text{ mg kg}^{-1}$  em todas as concentrações de TDZ aplicadas e em todas as safras analisadas (Tabelas 1 e 4). Concentrações de N acima de  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  constituem um fator de risco para ocorrência de distúrbios fisiológicos pós-colheita. Segundo Dris et al., (1998), maçãs com teores de N inferiores a  $500 \text{ mg kg}^{-1}$  e com valores da relação N/Ca menor do que 14 apresentam menores riscos de ocorrência de “bitter pit”. As concentrações de N ficaram abaixo de  $500 \text{ mg kg}^{-1}$  e a relação N/Ca ficaram abaixo de 14 (Tabelas 1 e 3), independentemente da concentração e estágio aplicado. Esse valor é considerado adequado na literatura para a preservação da qualidade pós-colheita de maçãs (DRIS et al. 1998; AMARANTE et al. 2010).

Para a variável P, não houve diferença significativa entre as plantas que receberam a aplicação de TDZ e as plantas testemunha e entre que as plantas que receberam os tratamentos TDZ aplicado no estágio E<sub>2</sub> e as plantas que receberam os tratamentos TDZ nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub> (Tabela 1). Os teores de P tiveram comportamento similar em ambas as amostragens, sendo que os níveis para este mineral ficaram entre  $118$  e  $203 \text{ mg kg}^{-1}$  (Tabelas 1). Segundo Neilsen et al., (2008), os teores de P em maçãs devem estar acima de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , para diminuir a ocorrência de distúrbios fisiológicos como o pingo de mel e melhorar a preservação de sua qualidade pós-colheita. Problemas de produção, distúrbios fisiológicos nas frutas, ou até mesmo alterações na textura das frutas estão propícias a ocorrer em condições de baixos teores de P na planta (NAVA et al., 2002).

Para o teor de K na polpa de maçãs, apenas na safra 2011/2012, foi observado aumento nos teores de K nos tratamentos 1 e 7 em comparação aos outros tratamentos (Tabela 2). Nos tratamentos TDZ  $0 \text{ mg L}^{-1}$  aplicado no estágio E<sub>2</sub> com  $1.102,8 \text{ g}$ , TDZ  $15 \text{ mg L}^{-1}$  aplicado no estágio E<sub>2</sub> com  $1.110,9 \text{ g}$  e TDZ  $0 \text{ mg L}^{-1}$  aplicado no estágio E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub> com  $1.111,7 \text{ g}$  foram observados os maiores valores na média dos três anos (Tabela 2). Com a aplicação de concentrações mais altas de TDZ, observou-se que os teores de K encontrados foram inferiores a  $950 \text{ mg kg}^{-1}$ , já os teores de Mg foram superiores a  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  (Tabela 2). O excesso de K no fruto, por interferir negativamente na absorção do Ca, e também pode reduzir a qualidade do fruto e seu período de armazenagem (IUCHI; NAVA; IUCHI, 2001).

**Tabela 2** - Análise de potássio, cálcio e magnésio da polpa fresca dos frutos em macieiras ‘Royal Gala’ em função da concentração e épocas de aplicação de tidiazurom, nas safras 2011/2012 a 2013/2014, Fraiburgo, SC, 2015.

Tratamentos	Macronutrientes na polpa fresca dos frutos (mg Kg <sup>-1</sup> )								
	K			Ca			Mg		
	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2011/2012	2012/2013	2013/2014
1. TDZ – 0,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	1095,2	1094,9	1118,3	47,4	45,2	46,6	45,1	47,3	59,8
2. TDZ – 5,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	986,6	1075,8	1171,6	51,7	43,6	47,4	44,8	44,9	66,2
3. TDZ – 10,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	830,5	1058,4	1256,5	41,2	42,7	47,6	39,5	40,9	75,7
4. TDZ – 15,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	970,5	1065,6	1296,6	41,2	42,5	55,6	40,4	39,8	66,8
5. TDZ – 20,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	870,2	1006,0	1104,5	44,8	39,9	42,2	44,1	47,0	57,7
6. TDZ – 25,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	872,1	1075,2	973,8	43,9	41,2	44,3	45,0	43,4	56,2
7. TDZ – 0,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	993,3	1129,3	1212,7	43,0	48,2	47,4	43,3	42,8	62,6
8. TDZ – 5,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	1027,4	1016,7	1127,2	42,5	40,4	42,2	44,0	43,7	57,5
9. TDZ – 10,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	919,9	1106,0	1091,2	45,5	41,1	47,3	44,1	42,2	65,1
10. TDZ – 15,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	857,1	1063,1	1232,0	41,6	44,7	47,3	43,0	40,5	68,9
11. TDZ – 20,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	933,9	1072,8	1195,0	47,7	41,5	46,0	47,6	40,7	65,8
12. TDZ – 25,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	875,1	1070,1	1126,6	45,2	38,9	50,0	44,0	40,6	67,0
CV (%)	4,5			4,4			5,6		

Contrastes									
TDZ 0 versus outros [(T1, T7)(T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T12)]	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns
TDZ uma aplicação versus duas aplicações [(T3, T4, T5, T6)(T8, T9, T10, T11, T12)]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro. E<sub>2</sub> - Estádio de balão rosado; F<sub>2</sub> - estádio de plena floração.

Fonte: produção do próprio autor.

Os valores médios de teores de K obtidos foram entre 830 – 1100 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 2), e os valores médios de teores de Mg encontrados foram sempre superiores a 40 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 2). Segundo Terblanche, (1981), maçãs com teores de K inferiores a 950 mg kg<sup>-1</sup> e Mg inferiores a 40 mg kg<sup>-1</sup>, apresentam menores riscos de ocorrência de “bitter pit”.

Outros autores 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 (Ferguson, 1989). Segundo Argenta e Suzuki (1994), Nachtigall e Freire (1998), maçãs ‘Gala’ com relação (K+Mg)/Ca maior do que 27 e ‘Golden Delicious’ com relação (K+Mg)/Ca maior do que 32, apresentam maior risco de manifestarem o distúrbio. Na região avaliada, valores menores que 30 são considerados adequados, e os valores da relação (K+Mg)/Ca ficaram entre 20 e 28 (Tabela 3).

O aumento na concentração de TDZ reduziu os teores de Ca e Mg nos frutos apenas na safra 2012/2013 (Tabela 2). Na média dos três anos, observou-se no tratamento TDZ 5 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estádio E<sub>2</sub>, o maior valor para a variável Ca (47,5 g), enquanto no tratamento TDZ 10 mg L<sup>-1</sup> aplicado no estádio E<sub>2</sub>, observou-se o maior valor para a variável Mg (52,0 g).

Os valores médios de teores de Ca foram superiores a 39mg Kg<sup>-1</sup>. Segundo Nachtigall e Freire (1998), maçãs ‘Gala’ com teores de Ca maiores do que 35 mg kg<sup>-1</sup> apresentam menor ocorrência de “bitter pit”. O baixo conteúdo de Ca nos frutos é o principal fator nutricional associado ao amadurecimento, perda de qualidade e aumento no risco de ocorrência de doenças e distúrbios fisiológicos durante o armazenamento refrigerado em

maças. Além da deficiência de Ca, esses fenômenos estão relacionados a elevados conteúdos de outros nutrientes nos frutos, principalmente Mg, K e N (CASSANDRO, 2012).

O cálcio tem um papel importante na estrutura e estabilidade da parede celular. Ele liga-se a grupos carboxila de cadeias de ácido galacturônico em pectinas, ajudando a preservar a firmeza da polpa durante o armazenamento. Além disso, Ca contribui para a estrutura da membrana celular e a função de ligação de fosfolípidos e proteínas na superfície da membrana (AMARANTE et al., 2013). Porém, considerando os valores médios, os teores de Ca estiveram muito próximos dos limites considerados adequados. Considera-se que a concentração de Ca na polpa de maçãs deve ser maior do que  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  de massa fresca para prevenir a ocorrência de distúrbios fisiológicos pós-colheita em maçãs (AMARANTE et al., 2012).

Segundo Amarante et al., (2012), o TDZ pode ocasionar abortamento de sementes, assim comprometendo o estado nutricional dos frutos (especialmente aporte de  $\text{Ca}^{2+}$ ) e a qualidade pós-colheita dos mesmos. Já Bramlage et al., (1990) relatou resultados com maçãs 'Spartan' em que a menor concentração de Ca é atribuída ao efeito de diluição pelo aumento de tamanho dos frutos e quanto maior número de sementes por fruto, maior foi concentração de Ca nos frutos, apesar da diluição pelo aumento do tamanho. As sementes podem estar ligadas à acumulação de Ca através da síntese de auxina, assim, um maior número de sementes podem resultar em maior transporte de auxina a partir do fruto, por sua vez que pode aumentar o transporte de Ca nos frutos (BRAMLAGE et al., 1990).

Para a variável relação N/Ca, não houve diferença significativa entre os tratamentos 1 e 7 em comparação aos outros tratamentos, nem entre as plantas que receberam a aplicação de TDZ no estágio E<sub>2</sub> e nos estádios E<sub>2</sub> e F<sub>2</sub>. Segundo Stüpp (2013), a alta relação N/Ca afeta negativamente a firmeza de polpa, porque o N induz ao aumento do tamanho dos frutos, diluindo a concentração de Ca e aumentando a suscetibilidade desses frutos para a expressão de distúrbios e doenças, ligados à deficiência desse nutriente, no pomar e em pós-colheita.

**Tabela 3** - Relação nitrogênio por cálcio, potássio por cálcio e potássio mais magnésio por cálcio na polpa fresca dos frutos em macieiras 'Royal Gala' em função da concentração e épocas de aplicação de tidiazurom, nas safras 2011/2012 a 2013/2014, Fraiburgo, SC, 2015.

Tratamentos	Relação de macronutrientes com Ca								
	N/Ca			K/Ca			K+Mg/Ca		
	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2011/2012	2012/2013	2013/2014
1. TDZ – 0,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	6,8	7,8	7,3	23,7	24,3	24,1	24,7	25,4	25,4
2. TDZ – 5,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	6,5	8,6	7,6	19,3	24,7	25,0	20,2	25,7	26,4
3. TDZ – 10,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	8,3	8,5	7,1	20,3	25,1	26,6	21,2	26,1	28,2
4. TDZ – 15,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	7,6	7,2	6,3	23,6	25,2	23,6	24,6	26,1	24,8
5. TDZ – 20,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	7,2	8,9	8,7	19,5	25,2	26,3	20,5	26,4	27,7
6. TDZ – 25,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado no estádio E <sub>2</sub>	7,6	9,5	7,7	19,9	26,2	21,8	20,9	27,3	23,1
7. TDZ – 0,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	7,6	7,3	6,9	23,2	23,6	25,7	24,2	24,4	27,0
8. TDZ – 5,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	7,9	7,9	7,6	24,3	25,2	27,0	25,3	26,3	28,4
9. TDZ – 10,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	7,5	8,5	6,9	20,4	26,9	23,0	21,3	27,9	24,4
10. TDZ – 15,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	8,3	8,6	7,1	20,6	24,1	26,2	21,7	25,0	27,7
11. TDZ – 20,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	7,4	8,5	7,4	19,6	25,9	26,3	20,6	26,9	27,8
12. TDZ – 25,0 mg L <sup>-1</sup> aplicado nos estádios E <sub>2</sub> e F <sub>2</sub>	7,5	9,2	6,3	19,5	27,6	22,6	20,5	28,7	24,0
CV (%)		7,0			5,7			5,7	
Contrastes									
TDZ 0 versus outros [(T1, T7) vs (T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T12)]	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns
TDZ com aplicação versus duas aplicações [(T2, T3, T4, T5, T6) vs (T8, T9, T10, T11, T12)]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro. E<sub>2</sub> - Estádio de balão rosado; F<sub>2</sub> - estádio de plena floração.

Fonte: produção do próprio autor

Na safra 2011/2012, nas plantas aplicações de TDZ foram observados menor relação K/Ca e K+Mg/Ca na polpa fresca dos frutos, comparadas as plantas sem TDZ (Tabela 3). Os valores da relação (K+Mg)/Ca mantiveram-se abaixo de 29. A aplicação de TDZ reduziu esta relação na primeira safra. Segundo Amarante et al., (2012), a maçãs ‘Gala’ com relação (K+Mg)/Ca maior do que 27 apresentam maior risco de manifestarem “bitter pit”.

## Correlações

O número de sementes, neste estudo, correlacionou-se positivamente com os teores de K e Ca, no entanto verifica-se que essa variável foi relacionada a redução de várias variáveis como N e relação N/Ca, K/Ca e K+Mg/Ca, porém apenas no primeiro ciclo (Tabela 4).

**Tabela 4** - Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis relacionadas à atributos de teores mineirais em macieiras ‘Royal Gala’ em função da concentração e épocas de aplicação de tidiazurom, na safra 2012/2013 e 2013/2014, Fraiburgo, SC, 2015.

Safrá 2012/2013								
Variáveis	NMS	N	P	K	Ca	Mg	N/Ca	K/Ca
N	-0,28*	-	-	-	-	-	-	-
P	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	-
K	0,24*	0,11 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-
Ca	0,44**	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,26*	0,29*	-	-	-	-
Mg	0,05 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,29*	0,15 <sup>ns</sup>	-	-	-
N/Ca	-0,43**	0,87**	0,05 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,60**	0,08 <sup>ns</sup>	-	-
K/Ca	-0,30*	0,22 <sup>ns</sup>	0,26*	0,35**	-0,79**	0,03 <sup>ns</sup>	0,56**	-
K+Mg/Ca	-0,30**	0,23*	0,26*	0,34**	-0,79**	0,06 <sup>ns</sup>	0,57**	0,99**
Safrá 2013/2014								
N	0,08 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	-	-
P	-0,01 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	-
K	0,05 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-
Ca	-0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,30*	-	-	-	-
Mg	-0,14 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,77**	0,31**	-	-	-
N/Ca	0,06 <sup>ns</sup>	0,73**	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	-0,61**	-0,26*	-	-
K/Ca	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,66**	-0,51**	0,45**	0,31**	-
K+Mg/Ca	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,66**	-0,51**	0,45**	0,31**	-

NMS = Número médio de sementes por fruto; N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; N/Ca = Relação nitrogênio por cálcio; K/Ca = Relação potássio por cálcio; K+Mg/Ca = Relação potássio mais magnésio por cálcio.

\*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro.

Verificou-se correlação significativa entre alguns minerais estudados: entre o N e as relações N/Ca e K+Mg/Ca, no primeiro ciclo e entre N e N/Ca no segundo ciclo; entre P e os minerais Ca, as relações K/Ca e K+Mg/Ca no primeiro ciclo. Constatou-se, ainda, que o K apresentou correlação significativa com Ca e Mg e com as relações K/Ca e K+Mg/Ca nos dois ciclos. Enquanto o Ca correlacionou-se positivamente com Mg no segundo ciclo e com as relações N/Ca, K/Ca e K+Mg/Ca negativamente em ambos os ciclos. Já Mg apresentou correlações significativas com as relações N/Ca, K/Ca e K+Mg/Ca no segundo ciclo (Tabela 4).

De acordo com as correlações para número de sementes por fruto, sugere-se que houve maior aporte de K, Ca, e menor aporte de N em virtude do maior número de sementes. O maior quantidade de sementes, pode ter elevado os valores de Ca e, conseqüentemente, reduziu os valores das relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca menores. Segundo Stüpp et al. (2013), o aumento na severidade de desordens fisiológicas relacionadas à nutrição, é resultante de baixas concentrações de Ca nos tecidos da casca e da polpa, e dos elevados valores das relações Mg/Ca, (K+Mg)/Ca e (K+Mg+N)/Ca na casca.

## CONCLUSÕES

Há redução no número de sementes por fruto nas plantas que receberam aplicação de TDZ, independente da época de aplicação e concentração.

A aplicação de TDZ pode reduzir a concentração de potássio, cálcio e magnésio na polpa dos frutos em alguns anos.

Apesar da redução, os teores de minerais presentes na polpa mantem-se dentro da faixa de suficiência, independente da concentração de TDZ aplicada, ou seja, não causando nenhum comprometimento do conteúdo mineral presente na polpa que possa ocasionar aumento dos distúrbios fisiológicos após a colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York: John Wiley, 1977, 467 p.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; BLUM, L. E. B. Coloração do fruto, distúrbios fisiológicos e doenças em maçãs 'Gala' e 'Fuji' pulverizadas com aminoetoxivinilglicina.

**Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 9-18, 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.

AMARANTE, C. V. T.; MIQUELOTO, A.; FREITAS, S. T.; STEFFENS, C. A.; SILVEIRA, J. P. G.; CORRÊA, T. R.. Fruit sampling methods to quantify calcium and magnesium contents to predict bitter pit development in 'Fuji' apple: a multivariate approach. **Scientia Horticulturae**, v. 157, p. 19-23, 2013.

ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de bitter pit em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, p.267-277, 1994.

BASSO, C.; WILMS, F. W. W.; SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. In: MANUAL da cultura da macieira. Florianópolis: EMPASC-DID, 1986. p. 236-265.

BRAMLAGE, W. J.; WEIS, S.A.; GREENE, D.W. Observations on the relationships among seed number, fruit calcium, and senescent breakdown in apples. **HortScience** v. 25, p.351–353, 1990.

DRIS, R.; NISKANEN, R.; FALLAHI, E. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivars grown in Finland. **Journal of Plant Nutrition**, Helsinki v.21, p.2389-2402, 1998.

ELFVING, D.C. Factors affecting apple tree response to chemical branch-induction treatments. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 109:476–481, 1984.

ELFVING, D. C.; CLINE, R. A. Cytokinin and ethephon effect crop load, shoot growth, and nutrient concentration of 'Empire' apple trees. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p. 1011-1014, 1993.

FERREIRA, D.F. **SISVAR – programa estatístico**. Versão 5.3 (Built 75). Lavras: UFLA, 2010.

FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Bitter pit in apple fruit. **Horticultural Reviews**, v.11, p.289-355, 1989.

HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management, 2005. 515 p.

HAWERROTH, F. J.; MACEDO, C. K. B.; MAGRIN, F. P.; PETRI, J. L. **Reguladores de crescimento, importância, perspectivas e utilização**. Agropecuária Catarinense, São Joaquim, SC, v. 29, n. 2, p. 50, 2016.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. (Documentos, n.147).

IUCHI, V. L.; NAVA, G.; IUCHI, T. **Distúrbios fisiológicos e desequilíbrios nutricionais em macieira**. Epagri/Jica, Florianópolis, SC (Brazil). 2001. 74 p.

LABCONCO. *To Kjeldahl Nitrogen determination methods and apparatus*. ExpotechUSA, Houston, Texas, USA, 2005. Disponível em: <http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/KJELDAHLguide.PDF>>. Acesso em: 6 jun. 2011.

NACHTIGALL, G.R.; FREIRE, C.J.S. Previsão da incidência de "bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, p.158-166, 1998.

NAVA, G.; BASSO, C.; NUENBERG, N.; MELO, G. W.; NACHTIGALL, G. R.; SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição na produção integrada de maçã. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 15 p. Circular técnica, 33.

NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D.; TOIVONEN, P.; HERBERT, L. Annual bloom-time phosphorus fertigation affects soil phosphorus, apple tree phosphorus nutrition, yield, and fruit quality. **HortScience**, v.43, p.885-890, 2008.

PETRI, J. L.; SCHUK, E.; LEITE, G. B. Efeito do thidiazuron (TDZ) na frutificação de fruteiras de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 513-517, 2001.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B. Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadora das cultivares Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 868-874, 2008.

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, p. 64. 2006. SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistics. Version 6.12. Cary, NC, USA, 584p. 1998.

SCHVEITZER, B.; SUZUKI, A. **Métodos de análises químicas de polpa fresca de maçã**. Doc. 241, Epagri, 2013.

STÜPP, J. J.; ROSA, E. D. F. F. D.; AMARANTE, C. V. T. D.; MAFRA, Á. L.; STEFFENS, C. A. Nutrition, pests, yield and fruit quality of 'Catarina' apple trees from orchards under integrated and organic production systems. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 634-641, 2013.

TERBLANCHE, J.H. An integrated approach to orchard nutrition and bitter pit control. **The Deciduous Fruit Grower**, v.31, p.501-513, 1981.

TROMP, J.; WERTHEIM, S.J. Fruit growth and development. In: TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production**. Backhuys Publishers Leiden. The Netherlands, 2005. p. 240-266.

VERCAMMEN, J; GOMAND, A. Fruit set of 'Conference': a small dose of gibberellins or Regalis. **Acta Horticulturae**, Peniche. v. 800, n.1, p. 131-138, 2008.