

**GENTIL CARNEIRO GABARDO**

**METAMITRON COMO ALTERNATIVA NO RALEIO  
QUÍMICO DE PÓS-FLORAÇÃO DA MACIEIRA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências  
Agroveterinárias da Universidade  
do Estado de Santa Catarina, como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre no curso de pós-  
graduação em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Argenta  
Coorientadora: Prof. Dra. Aike Anneliese  
Kretschmar

**LAGES - SC  
2015**

G112m Gabardo, Gentil Carneiro  
Metamitron como alternativa no raleio químico  
de pós-floração da macieira / Gentil Carneiro  
Gabardo. - Lages, 2015.  
104 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Luiz Carlos Argenta  
Coorientadora: Aike Anneliese Kretzschmar  
Bibliografia: p.56-64  
Dissertação (mestrado) - Universidade do  
Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. *Malus domestica*. 2. Fotossíntese. 3.  
Retorno de floração. I. Gabardo, Gentil Carneiro.  
II. Argenta, Luiz Carlos. III. Universidade do  
Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 634.11 - 20 ed

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do  
CAV/ UDESC

**GENTIL CARNEIRO GABARDO**

**METAMITRON COMO ALTERNATIVA NO RALEIO  
QUÍMICO DE PÓS-FLORAÇÃO DA MACIEIRA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina.

**Banca Examinadora:**

Orientador: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Luiz Carlos Argenta  
EPAGRI/EECd-Caçador-SC /  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro: \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dra. Andrea De Rossi Rufato  
Embrapa Uva e Vinho

Membro externo: \_\_\_\_\_

Dr. Marcelo Couto  
EPAGRI/EECd-Caçador-SC

Membro: \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Aike Anneliese Kretzschmar  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

**Lages, 19 de fevereiro de 2015**



Dedico esta dissertação a minha mãe, Ilda Afonso Carneiro, que sempre me estimulou na busca dos meus sonhos. Ela com muita sabedoria me encorajou nas horas difíceis e me aplaudiu nos momentos de glória. Obrigado.



## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação marca o fim de uma importante etapa da minha vida. Gostaria de agradecer a todos que contribuíram para a sua concretização.

Especialmente, ao pesquisador José Luiz Petri, por acreditar em mim, pela sua dedicação, incentivo, amizade e excelente orientação. E ao meu orientador professor Dr. Luiz Carlos Argenta, pelo incentivo e orientação.

Aos meus pais, Ilda A. Carneiro e Odair Gabardo, pela força, incentivo, amizade e, além de tudo, pelo companheirismo ao longo desta caminhada.

Aos colegas e amigos pela colaboração, pelo companheirismo, pela troca de conhecimentos, tornando a rotina de trabalho e estudos mais divertida e me ensinando o grande valor do trabalho em equipe. Em especial a Poliana Francescato, Jean Carlos Bettoni, Carlos Davi Santos e Silva, Luciano Weingartner, Ana Paula Maia, Matheus Eduardo Weingartner e Clovis Medeiros que fizeram parte deste momento, sempre me ajudando e incentivando.

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

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - **Epagri**, pela estrutura e apoio para realização deste trabalho.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!





“Não cruze os braços  
diante de uma dificuldade, pois o  
maior homem do mundo morreu  
de braços abertos!”

Bob Marley



## RESUMO

No manejo da macieira nas condições climáticas do Sul do Brasil, o raleio químico em pós-floração é o mais indicado, devido a grande variabilidade climática, que pode influenciar diretamente a frutificação. Desta forma, quando é observado elevada frutificação efetiva, o raleio químico é recomendado. No entanto, a disponibilidade de produtos registrados para raleio é limitada. O metامترون foi relatado, em estudos recentes, como efetivo para a atividade de raleio de frutos de macieira devido a sua ação direta na inibição da fotossíntese. O objetivo desse estudo foi testar épocas de aplicação e concentrações de metامترون, bem como misturas de metامترون com benziladenina, além de avaliar, o potencial raleante desse produto, bem como sua interferência na taxa fotossintética e no retorno de floração do ano seguinte em plantas de macieira. Os experimentos foram conduzidos, em pomar experimental de propriedade da Epagri/Estação Experimental de Caçador – SC, nas safras 2013/2014 e 2014/2015. O estudo está dividido em três capítulos, sendo que o Capítulo 1, apresenta uma revisão atualizada dos temas abordados no trabalho, com informações disponíveis até o presente. Os Capítulos 2 e 3 trazem resultados de experimentos realizados no decorrer desse estudo e são intitulados da seguinte forma: Capítulo 2 – Efeito da aplicação de metامترون em diferentes épocas, concentrações e combinações com benziladenina no raleio químico de pós-floração da macieira, e; Capítulo 3 – Balanço do conteúdo fotossintético de plantas de macieira tratadas com metامترون. A partir dos resultados obtidos, se observou que o metامترون foi eficiente na redução do número de frutos por planta e, quando aplicado precocemente, da queda de pétalas (QP) até quando os frutos com alcançam entre 5mm a 10mm de diâmetro, aumentou a alocação dos frutos em categorias de maior calibre. Porém, não



foi efetivo no raleio de frutos acima de 20mm de diâmetro. O metamitron aplicado isoladamente ou em mistura com benziladenina, promoveu a queda de frutos. No entanto, deve-se tomar cuidado com a concentração aplicada, pois, concentrações acima de 1050ppm podem causar raleio excessivo. O metamitron promove redução da taxa de fotossíntese nos primeiros dias após a aplicação, que se normalizou a partir do oitavo dia, em plantas de macieiras. Sendo assim, o princípio ativo metamitron pode ser uma importante alternativa para o raleio químico da macieira, visto que promove redução do número de frutos por planta e aumentou a alocação dos frutos em categorias de maior tamanho. Porém, maiores estudos são necessários, afim de identificar possíveis interferências negativas ao uso do produto no retorno de floração (%) do ano seguinte.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*, Fotossíntese, Retorno de floração.

## **ABSTRACT**

In the management of apple tree in the climatic conditions in southern Brazil, chemical thinning in post-flowering is the most suitable, due to the large climate variability, which can directly affect fruiting. Thus, when it is observed high fruit set, chemical thinning is recommended. However, the availability of products registered for thinning is limited. The metamitron has been reported in recent studies, as effective for the activity of apple fruit thinning due to direct action in the inhibition of photosynthesis. The goal of this study was to test application time and metamitron concentrations and mixtures of metamitron with benzyladenine, and to evaluate the potential relevance of this product and its interference in the photosynthetic rate and the following year flowering return in plant apple tree. The experiments were conducted in an experimental orchard Epagri / Caçador Experimental Station - SC, in the 2013/2014 and 2014/2015 seasons. The study is divided into three chapters, the Chapter 1, presented a review of the updated topics covered at work, with information available to the present. Chapters 2 and 3 show results of experiments conducted during this study and are titled as follows: Chapter 2 - Effect of application of metamitron at different times, concentrations and combinations with benzyladenine in chemical thinning post-flowering apple tree, and; Chapter 3 - Balance of photosynthetic content of apple plants treated with metamitron. From the results obtained showed that the metamitron was efficient in reducing the number of fruits per plant and, when applied early, the falling petals (QP) to when the fruits with range between 5mm to 10mm in diameter, increased allocation fruit in larger caliber categories. However, it was not effective in thinning of fruit above 20mm in diameter. The metamitron alone or in mixture with benzyladenine, promoted fruit drop. However, one should be careful with the applied concentration, because, above



1050ppm concentrations can cause excessive thinning. The metamitron decreases the rate of photosynthesis in the first days after application, which returned to normal after the eighth day, in apple plants. Thus, the active principle can be metamitron an important alternative for chemical thinning of apple, since it decreases the number of fruits per plant, increased allocation of the fruits in larger categories. However, larger studies are needed in order to identify possible negative interference with the use of the product in the flowering of return (%) of the following year.

Keywords: *Malus domestica*, photosynthesis, flowering return.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Retorno de floração (%) em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014.....	64
<b>Figura 2</b> – Queda de frutos (%) em macieiras ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014.....	67
<b>Figura 3</b> – Retorno de floração (%) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	72
<b>Figura 4</b> – Queda de frutos (%) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014...	73
<b>Figura 5</b> – Número de frutos por inflorescência após raleio em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	73
<b>Figura 6</b> – Produção (kg planta <sup>-1</sup> e frutos planta <sup>-1</sup> ) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014. ....	74
<b>Figura 7</b> – Produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> ) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014...	75
<b>Figura 8</b> – Massa fresca média dos frutos (g) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014...	76
<b>Figura 9</b> – Distribuição dos frutos por escala de calibres (%), <135 (>141 g); 136-165 (105 a 141 g); e >180 (≤ 104 g), de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014...	77



<b>Figura 10</b> – Eficiência produtiva ( $\text{kg cm}^{-2}$ e frutos $\text{cm}^{-2}$ ) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	78
<b>Figura 11</b> – Retorno de floração (%) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de Metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014. .	79
<b>Figura 12</b> – Taxa fotossintética (taxa de assimilação líquida de $\text{CO}_2$ ) (A) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em folhas de macieiras ‘Fuji Suprema’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron, mensurada até o oitavo dia após a aplicação. Caçador, SC, 2015.....	92
<b>Figura 13</b> – Taxa fotossintética ou taxa de assimilação líquida de $\text{CO}_2$ (A) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em macieiras ‘Maxigala’ oito dias após a aplicação de diferentes concentrações de metamitron, Caçador, SC, 2015. ....	93
<b>Figura 14</b> – Queda de frutos (%) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron. Caçador, SC 2014. ....	95
<b>Figura 15</b> – Taxa de crescimento dos frutos (%) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron aos 7 e 14 DAA (dias após a aplicação). Caçador, SC 2014. ....	96



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Frutificação Efetiva (%) após o raleio; número de frutos por cacho floral antes e após o raleio e Queda de frutos (%) em plantas de macieira ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014. ....	59
<b>Tabela 2</b> – Produção (kg planta <sup>-1</sup> e frutos planta <sup>-1</sup> ), massa fresca média dos frutos (g) e produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> ) em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico de frutos. Caçador, SC, 2014. ....	60
<b>Tabela 3</b> – Distribuição dos frutos por escala de calibres (%), >135 (>141g); 136-165 (105 a 141g); e ≥180 (≤ 104 g) em macieira ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico. Caçador, SC, 2014. ....	61
<b>Tabela 4</b> – Eficiência produtiva (kg cm <sup>-2</sup> e frutos cm <sup>-2</sup> ) em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014. ....	62
<b>Tabela 5</b> – Firmeza polpa (Lib Pol <sup>-2</sup> ), SST(%) - Sólidos solúveis totais (%) e índice de Iodo Amido de frutos em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014. ....	63
<b>Tabela 6</b> – Frutificação Efetiva (%) e número de frutos por cacho floral após aplicação dos tratamentos para raleio químico em macieira ‘Fuji Suprema’, nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2014.....	66
<b>Tabela 7</b> – Produção (kg planta <sup>-1</sup> , frutos planta <sup>-1</sup> ) e massa fresca média dos frutos (g fruto <sup>-1</sup> ) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	68
<b>Tabela 8</b> – Distribuição dos frutos por escala de calibres (%), >135 (>141g); 136-165 (105 a 141g); e ≥180 (≤ 104g) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014. ....	69



<b>Tabela 9</b> – Severidade de ‘russeting’ sobre a epiderme dos frutos, em macieiras ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	70
<b>Tabela 10</b> – Acidez titulável, Sólidos solúveis totais (%) e índice de Iodo Amido de frutos em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	71
<b>Tabela 11</b> – Quadro de análise da variação da taxa de assimilação líquida (A) ou taxa fotossintética de plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ e ‘Maxigala’ submetidas a diferentes concentrações de Metamitron, Caçador, SC, 2015. ....	90
<b>Tabela 12</b> – Índice médio de clorofila (SPAD) em macieiras ‘Maxigala’ e ‘Fuji Suprema’ tratadas com diferentes concentrações de Metamitron, Caçador, SC, 2015. ....	94





## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>30</b>
<b>CAPITULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>31</b>
1.1 A CULTURA DA MACIEIRA.....	31
1.2 RALEIO DE FRUTOS.....	33
1.2.1 Importância do raleio .....	34
1.2.2 Época de raleio .....	35
1.2.3 Formas de raleio .....	35
1.2.4 Substancias químicas com ação raleante.....	37
<b>CAPITULO 2 – EFEITO DA APLICAÇÃO DE METAMITRON EM DIFERENTES ÉPOCAS, CONCENTRAÇÕES E COMBINAÇÕES COM BENZILADENINA NO RALEIO QUÍMICO DE PÓS-FLORAÇÃO DA MACIEIRA</b> .....	<b>44</b>
RESUMO .....	44
ABSTRACT .....	47
2.1 INTRODUÇÃO .....	50
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	53
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
2.4 CONCLUSÃO .....	80
<b>CAPITULO 3 – BALANÇO DO CONTEÚDO FOTOSSINTÉTICO DE PLANTAS DE MACIEIRA TRATADAS COM METAMITRON</b> .....	<b>83</b>
RESUMO .....	83
ABSTRACT .....	84
3.1 INTRODUÇÃO .....	85
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	88
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	90
3.4 Conclusão .....	96
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>98</b>



## INTRODUÇÃO

A produção mundial de maçã, no ano de 2012, foi estimada em 76,37 milhões de toneladas, sendo o Brasil o décimo primeiro produtor mundial, com aproximadamente 1,33 milhões de toneladas produzidas, o que corresponde a 1,74 % da produção mundial de maçã (FAOSTAT, 2014). A macieira é cultivada principalmente na região Sul do país, em cerca de 38 mil hectares (FAOSTAT, 2014). O número de produtores fica entorno de 2910, sendo que no estado de Santa Catarina estão aproximadamente 64% deles, seguido pelo Rio Grande do Sul com 29% (IBGE, 2014).

Na fruticultura a produtividade pode não representar o fator mais importante na produção, sendo as características de qualidade da fruta mais importantes para o retorno econômico da atividade (DUSSI et al., 2006). O mercado de frutas valoriza principalmente as características físico-químicas do produto, como: calibre dos frutos, aparência, sabor, textura e capacidade de armazenamento. E para satisfazer essa exigência de mercado faz-se necessária a adoção de práticas de manejo que possibilitem produzir frutos de qualidade e com máximo rendimento (LINK, 2000).

Uma das práticas de manejo cultural de suma importância para a produção de frutos de qualidade é o raleio. Entretanto, essa prática exige grande quantidade de mão de obra qualificada, refletindo significativamente na elevação do custo de produção (NACHTIGAL; KERSTEN, 2010). Para ajustar a carga de frutos em fruteiras de clima temperado podem ser utilizados o raleio manual, mecânico ou químico. Costa et al. (2006) ressaltam que o raleio químico mostra-se o mais promissor por ser uma operação rápida e permitir raleio flores e frutos no momento adequado, possibilitando reduzir significativamente os custos de produção com mão de obra quando comparado ao raleio manual.

No manejo cultural da macieira, nas condições climáticas do Sul do país, o raleio químico em pós-floração é o mais indicado, pois as condições climáticas são muito variáveis de um ano para outro, as quais podem influenciar negativamente a polinização e fertilização e, conseqüentemente, os índices de frutificação podem ser reduzidos. Deste modo, quando se observa uma elevada frutificação efetiva, o raleio químico dos frutos é de grande valia, devido a necessidade de reduzir o número de frutos por planta (PETRI et al., 2006).

Segundo Byers (2003), as substâncias raleantes podem ser divididas conforme seu modo de ação; cáustica ou hormonal. Dentre as substâncias com ação hormonal podem ser citados o ácido naftaleno acético (ANA), o carbaryl, o ethephon e a benziladenina (BA). Estas substâncias mostraram-se como preferenciais para uso com fins de raleio químico em relação a substâncias cáusticas pela sua maior seletividade no raleio, induzindo a abscisão de flores e frutos com menor capacidade de crescimento, além de não induzirem danos morfológicos aos frutos remanente. A abscisão de frutos de menor calibre pode ser potencializada quando as condições climáticas logo após a aplicação do raleante são desfavoráveis a de carboidratos nas plantas, especialmente níveis de baixa luminosidade e temperatura elevada após a aplicação (FALLAHI; GREENE, 2010).

Há uma grande limitação quanto a disponibilidade de Fitorreguladores com ação raleante, principalmente em áreas sob rigorosos controles para o registro de novas moléculas, devido sua toxicidade e efeito residual a tendência é serem retirados do comércio, como foi o caso do Carbaryl. Deste modo, faz-se necessário o desenvolvimento de novos produtos ambientalmente seguros e com grande eficiência como a benziladenina (COSTA et al., 2004).

Conforme estudos recentes, conduzidos por Lafer (2010), Basak (2011) e Stern (2014), o herbicida metamitron, do grupo químico triazinona, tem efeito positivo para a atividade de raleio de frutos de macieira devido a sua ação direta na inibição da fotossíntese. Pode-se observar a sua atividade de raleio pela sua aplicação em frutos de macieira no estágio de 10mm a 12 mm de diâmetro (BASAK, 2011; LAFER, 2010; STERN, 2014) ou ainda mais tarde, frutos com 20 mm de diâmetro (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012).

Nas condições climáticas brasileiras, mais especificamente na região Sul do Brasil, as informações sobre o uso de Metamitron como produto para raleio químico de frutos de macieira são escassas. Porém, alguns estudos já vêm sendo desenvolvidos a fim de avaliar a eficiência deste produto no raleio químico de frutos. Segundo Petri et al (2013) a aplicação de metamitron ou metamitron + BA foi eficiente no raleio de frutos nas cultivares de macieira Fuji Suprema, MaxiGala e Fred Hough, se constatando o seu potencial para compor o programa de raleio químico de macieiras em substituição ao Carbaryl, nas condições climáticas brasileiras. Além disso, se observou a possibilidade de utilização do Metamitron no raleio de frutos com maior diâmetro, conforme trabalho conduzido por Petri et al (2014) no qual constaram a eficiência do Metamitron no raleio de frutos de 5mm a 20mm de diâmetro, na cultivar de macieira Fred Hough. Em estudos preliminares, nas cultivares de macieira Maxigala e Fuji Suprema, Gabardo et al., (2014) observaram que o princípio ativo metamitron influenciou negativamente a taxa fotossintética, persistindo por aproximadamente 5 dias após a aplicação do produto e, conseqüentemente, promovendo a queda de frutos. Contudo, a aferição de concentrações e identificação de épocas de aplicação e possíveis misturas, ainda são necessárias para a otimização da eficiência no uso do produto para o raleio químico de frutos. Vale salientar que o produto pode causar raleio excessivo em concentrações

elevadas, como observado por Petri et al (2013) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com 800ppm de Metamitron. Esses resultados denotam que o produto é eficiente. porém ainda não há recomendações sobre concentrações e épocas ideais para aplicação nas condições climáticas do sul do Brasil.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo, testar épocas de aplicação e concentrações de Metamitron, bem como misturas de Metamitron com Benziladenina. Também se objetivou avaliar sua interferência na taxa fotossintética e no retorno de floração do ano seguinte para determinar o potencial raleante desse produto nas macieiras ‘Fuji Suprema’, ‘Maxigala’ e ‘Baronesa’.

## **OBJETIVOS**

### Geral

Promover aumento da qualidade e regularidade da produtividade de maçãs por novos métodos de raleio químico.

### Específicos

Avaliar efeitos de concentrações e épocas de aplicação de metamitron sobre o raleio de frutos jovens de macieiras;

Estudar potenciais efeitos aditivos de metamitron e benziladenina no raleio de frutos jovens da macieira;

Avaliar potenciais efeitos do metamitron sobre a taxa fotossintética e retorno de floração no ano seguinte a sua aplicação.

## CAPITULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 A CULTURA DA MACIEIRA

A macieira pertence ao Reino Plantae; divisão Magnoliophyta; classe: Magnoliopsida; ordem: Rosales; família: Rosaceae; subfamília Pomoideae gênero: Malus; espécies: *Malus domestica* e *Malus sieversii*, dentre outras. A maçã (*Malus domestica* Borkh.) é tão antiga quanto a história da humanidade. Vem acompanhando o homem desde sua origem, com a imagem frequentemente relacionada com o proibido, o tentador, o pecado. Os gregos já cultivavam a macieira, porém somente a partir do avanço do Império Romano é que a cultura se difundiu (ABPM, 2014).

A produção mundial de maçã, no ano de 2012, foi estimada em 76 milhões de toneladas, sendo o Brasil o décimo primeiro maior produtor mundial, com aproximadamente 1,3 milhões de toneladas produzidas, o que corresponde a 1,7 % da produção mundial (FAOSTAT, 2014). A produção chinesa corresponde a 56% da produção mundial, sendo que nas últimas seis safras a produção aumentou 53% na China e 10% na União Europeia, portanto, em termos mundiais a produção é crescente (MAPA, 2013).

A área plantada de macieira, na safra de 2012/13, em nível mundial foi de 4,8 milhões de hectares e no Brasil 38 mil hectares (FAOSTAT, 2014). Nesta atividade, estão envolvidos mais de 3 mil produtores, gerando em torno de 150 mil empregos diretos e indiretos, no Brasil (PETRI et al., 2011).

O agronegócio da maçã localiza-se no Sul do Brasil, sendo esta responsável por 98% da produção nacional (DAL'SANT, 2013), envolvendo seus três estados, notadamente nas regiões mais frias dos mesmos, que se encontram as condições climáticas mais adequadas para a sua produção (BONETI et. al., 2006), destacando-se a região de Vacaria, no Rio Grande do Sul, São Joaquim e Fraiburgo, em Santa Catarina, e de Palmas, no Paraná (PETRI et al., 2011). O

número de produtores fica entorno de 2.910, sendo que no estado de Santa Catarina estão aproximadamente 64% deles, seguido pelo Rio Grande do Sul e Paraná, com 29% e 5%, respectivamente (IBGE,2014).

A produção comercial da fruta é dominada por seis cultivares, que respondem por 50% da produção mundial, mesmo existindo mais de 7500 cultivares disponíveis no mundo, porém apenas 40 têm importância econômica (BLEICHER, 2006). No Brasil, as principais cultivares produzidas são ‘Gala’, ‘Fuji’ e suas mutações somáticas (46% e 45%, respectivamente), que respondem por aproximadamente 90% da produção nacional de maçãs (PETRI; LEITE, 2008). Essas cultivares são muito exigentes em frio (mais de 700 horas de frio ano<sup>-1</sup>) e, em altitudes inferiores a 1000 m, não brotam uniformemente, fazendo-se necessário o uso de produtos para a superação de dormência. Sabendo-se dessa necessidade por cultivares adaptadas as condições climáticas brasileiras, empresas públicas, como a Epagri e o Iapar, investem amplamente em pesquisas voltadas ao melhoramento genético vegetal para o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas e também resistentes a doenças (DENARDI, 2009).

Nos experimentos realizados, no presente estudo, foram utilizadas duas cultivares oriundas da Epagri e que são descritas a seguir:

#### ‘Fuji Suprema’

É originária de uma mutação espontânea de ‘Fuji’. Em 1986 um ramo foi selecionado com frutos de coloração vermelha desde logo após a floração. Fuji Suprema (EPAGRI 405) se distingue da Fuji *Standart* pela maior área de coloração vermelha uniforme (não rajada) na superfície. As demais características dos frutos mantiveram-se as mesmas da Fuji *Standart*, bem como os aspectos relacionados a época de floração e produtividade (PETRI et al, 1997). Assim como a Fuji *Standart*, a Fuji Suprema apresenta alta frutificação



efetiva, com a característica de ficarem 4 a 5 frutos em brindilas, e é pouca responsiva aos raleantes químicos. Quando produz excessiva frutificação tem a tendência de alternância de floração.

### 'Baronesa'

É produto do cruzamento entre as cvs. Princesa e Fuji efetuado na Estação Experimental da Epagri de Caçador em 1985. Porém, foi selecionada e recebeu esse nome somente em 1997 (CAMILO; DENARDI, 2006).

As plantas são do tipo 'semi-spur', que possuem uma copa mais compacta que a cultivar Fuji. As folhas são mais numerosas e relativamente pequenas. Frutificam basicamente em esporões laterais, mas podem florescer em gemas axilares de ramos de um ano. Estas gemas laterais florescem após as gemas de esporões e de brindilas, o que pode conferir às plantas uma floração prolongada. Macieira da cultivar Baronesa frutifica precocemente, pode servir de polinizadora de 'Fuji' e ser polinizada por esta, adapta-se bem a regiões com 500 a 600 horas de frio e produz frutos com as características semelhantes aos frutos da cv. Fuji, porém com melhor uniformidade de tamanho (CAMILO; DENARDI, 2006). Macieiras da cultivar Baronesa são mais produtivas que a 'Fuji' e por isso se requerem mais cuidados no raleio para evitar alternância de produção, pois é uma cultivar pouca responsiva aos raleantes químicos (CAMILO; DENARDI, 2006).

## 1.2 RALEIO DE FRUTOS

A macieira em condições climáticas favoráveis, normalmente, apresenta floração intensa e conseqüentemente alta fixação de frutos, que em muitas vezes excedem a capacidade produtiva da planta. Conforme Costa et al., (2006), em condições de excesso de carga de frutos a planta tende a apresentar queda de fruto imaturos fisiologicamente visando

equilíbrio entre fonte e drenos. Embora haja redução no número de frutos por planta, somente a queda fisiológica não garante produção, nem o calibre de fruto ideal exigido pelo mercado consumidor. O excesso de produção diminui a qualidade final dos frutos, pois a planta não possui área foliar suficiente para garantir o suprimento de carboidratos necessário ao desenvolvimento dos frutos (WERTHEIM; WEBSTER, 2005).

A alternância de produção, advinda do grande consumo de reservas em anos de produção excessiva, limita a capacidade de formação de gemas e suprimento de carboidratos nos ciclos de produção posteriores (JACKSON, 2003). Além do consumo excessivo de reservas, a grande carga de frutos repercute no aumento da concentração de giberelinas, produzidas pelas sementes, que limitam a diferenciação floral, diminuindo o volume de floração no ciclo seguinte (TROMP; WERTHEIM, 2005). Assim, a prática do raleio proporciona produções mais estáveis ao longo dos anos devido à melhoria no desenvolvimento vegetativo e produtivo, obtido através do ajuste da carga de frutos por planta. Por esta razão, o raleio é uma prática comum e indispensável na produção comercial de muitas fruteiras, assim como a macieira (COSTA et al., 2006).

### **1.2.1 Importância do raleio**

Independentemente da forma e fase de realização, o raleio visa o aumento do calibre médio de frutos e a alocação de um maior percentual de frutos nas categorias de maior calibre (STOVER et al., 2004). O raleio é necessário para ajuste do número de frutos por planta, de modo que os frutos atinjam calibre adequado para aceitação comercial (REIGHARD et al, 2006). De acordo com estes autores, o raleio é uma prática que permite aumentar eficiência produtiva do pomar com a obtenção de frutos de maior aceitação comercial.

### **1.2.2 Época de raleio**

O atraso na realização do raleio não é recomendada quando consideradas cultivares que regularmente apresentam altos índices de frutificação efetiva, produzindo grande número de frutos por planta, devido a diminuição na capacidade de crescimento dos frutos e diminuição da formação de gemas florais para o ciclo seguinte (WERTHEIM; WEBSTER, 2005). Quanto mais próximo da floração for realizado o raleio, maiores são os acréscimos obtidos em calibre e qualidade dos frutos e menores os riscos de alternância de produção. A atividade hormonal se mostra bastante elevada após a fertilização e regride gradativamente até a maturação dos frutos (TROMP; WERTHEIM, 2005).

Embora essa indicação seja a mais correta, muitas vezes não se faz, devido a problemas com geadas tardias em regiões propícias a este fenômeno (NACHTIGAL; KERSTEN, 2010). Para as condições climáticas do Sul do Brasil, o raleio em pós-floração é o mais indicado, pois devido ao baixo acúmulo de frio muitas cultivares de macieira apresentam floração desuniforme e prolongada (PETRI et al., 2006).

O raleio de flores e frutos é o método mais eficaz para melhorar a qualidade dos frutos (LINK, 2000), além de prevenir a ocorrência de alternância de produção (TROMP, 2000). Conforme Byers et al., (2003), o raleio além de proporcionar ganho no calibre dos frutos e na produtividade dos pomares, também melhora o formato, a coloração da epiderme e a qualidade dos frutos. A melhor coloração dos frutos se dá pela maior exposição dos frutos a luz, pois estes ficam mais espaçados (NACHTIGAL; KERSTEN, 2010).

### **1.2.3 Formas de raleio**

Segundo Costa et al., (2006), o raleio de flores e frutos pode ser realizado manualmente, mecanicamente ou

quimicamente. O raleio mecânico basicamente não é utilizado no Brasil, visto que maquinários adaptados as condições de terreno dos pomares são limitados. Sendo assim a forma de raleio mais comumente utilizada é a manual. O raleio manual permite selecionar quais frutos serão deixados na planta, eliminando frutos defeituosos, doentes ou de segunda florada, todavia exige grande demanda de mão de obra. Esta prática pode ser realizada manualmente ou através de tesouras apropriadas (NACHTIGAL; KERSTEN, 2010).

O alto custo do raleio manual devido a grande demanda e dificuldade de contratação de mão de obra especializada para realizá-lo no momento adequado, induz a busca de alternativas menos onerosas e mais rentáveis, capazes de substituí-lo, garantindo as características desejáveis aos frutos. Conforme Scröder; Bangerth (2006), muitas vezes, na produção comercial de maçãs, o raleio torna-se inviável economicamente se for feito de forma manual, devido a alta demanda por mão de obra e o alto custo da mesma.

Dentre as opções disponíveis, o raleio químico tem sido considerada como a mais promissora, pois é uma operação rápida que pode ser realizada no momento adequado. Além disso, o raleio químico, quando bem sucedido, pode reduzir significativamente o custo de produção além de conduzir a um maior rendimento comercial (HUDINA; ŠTAMPAR, 2008).

O raleio químico consiste na aplicação de substâncias químicas com ação raleante sobre flores e frutos ainda pequenos, e que ao serem aplicados em épocas e condições ideais, resultam em frutos de melhor qualidade e maior calibre, evitando também os problemas como alternância na produção (CAMILO; PEREIRA, 2006). Segundo Petri (2007), a macieira é uma fruteira muito exigente em raleio, devido a alta frutificação efetiva que apresenta, muitas vezes superior a quatro frutos por inflorescência. Desta forma, o raleio químico pode contribuir para a redução do número de frutos por

inflorescência distribuindo de melhor forma os frutos no dossel da planta.

#### **1.2.4 Substancias químicas com ação raleante**

De acordo com Wertheim; Webster (2005), em fruteiras de clima temperado, as estratégias de desbaste do excesso de frutificação podem ser realizadas com a aplicação de produtos químicos em três fases distintas: aplicações de fitoreguladores podem diminuir a formação de gemas floríferas, diminuindo assim, a floração do ano seguinte; na floração, certas substancias promovem a abscisão de flores ou impedem a formação dos frutos; e depois da floração, quando a frutificação se mostra excessiva, certas substâncias tem a capacidade de promover a abscisão de frutos, garantindo assim ajuste da carga produtiva a planta e qualidade dos frutos.

Coneva; Cline (2006) ressaltam que existem dois fatores importantes na forma como raleantes químicos podem influenciar a massa fresca média dos frutos: 1) através da redução da carga de frutos por planta, o que indiretamente afeta a massa fresca média dos frutos, reduzindo a concorrência entre frutos por fotoassimilados; 2) efeito direto dos raleantes sobre o crescimento do fruto quando o raleio químico é feito durante o período de divisão celular, ou quando as substâncias raleantes utilizadas estimulam o aumento da divisão celular e, desta forma, aumentam o calibre dos frutos.

Nas condições climáticas do Sul do Brasil o raleio químico em pós-floração melhor se adapta ao manejo do excesso de frutificação na macieira, pois há uma grande variabilidade nos índices de frutificação de um ano para outro, devido às condições adversas a polinização e fertilização, que geram diminuição da frutificação. Muitos locais produtores apresentam elevado risco de perdas com geadas fora de época. Nessas condições, faz-se necessário a adoção de produtos

químicos que expressem ação raleante em frutos recém formados, que promovam o desenvolvimento perfeito desses frutos e não prejudicam a diferenciação floral de gemas para o ciclo seguinte (MAAS, 2006). Segundo Meland (2004), o raleio químico em pós-floração permite avaliar de forma mais precisa se, de fato, é necessária a intervenção direta na frutificação e quais produtos devem ser aplicados, pois nesse momento já se teve a fixação dos frutos. Desta forma, quando se observa a elevada frutificação pode-se optar pelo uso do raleio químico para reduzir o número de frutos por planta. No entanto, estas aplicações devem ser realizadas o mais cedo possível, caso contrário, o incremento no calibre dos frutos não será obtido, visto que o período de intensa divisão celular já tenha cessado (GREENE, 2005).

Segundo Dennis Jr. (2000), nos produtos químicos utilizados no raleio em pós-floração, os principais mecanismos propostos para explicar sua ação são: a) Abortamento ou inibição do desenvolvimento do embrião; b) Retardamento da abscisão de frutos com crescente concorrência entre os frutos por nutrientes; c) A inibição do transporte de fotoassimilados via floema para os frutos; d) Diminuição da força de dreno dos frutos; e) Inibição da síntese de auxina pelas sementes; f) Inibição do transporte de auxina a partir das sementes; g) Promoção da síntese de etileno; e h) Inibição da fotossíntese e aumento da respiração noturna.

As principais substâncias utilizadas no raleio em pós-floração são raleantes com ação hormonal, como auxinas, citocininas, giberelinas ou precursores do etileno. Segundo Byers (2003), os raleantes com ação hormonal são mais vantajosos que os de ação cáustica, pois não causam danos às folhas nem aos frutos e ainda tem ação seletiva sobre frutos com menor capacidade de desenvolvimento.

Segundo Wertheim; Webster (2005), tanto ANA quanto ANAm, apresentam efeito raleante em macieiras, pereiras,

pessegueiros e ameixeiras, porém a sensibilidade a estas substâncias é variável entre essas espécies e cultivares. O ANA é mais efetivo do que o ANAm, porém o primeiro pode causar epinastia temporária em concentrações acima de 20 mg L<sup>-1</sup> (CAMILO; PEREIRA, 2006). Em macieiras ‘Fuji’ cultivadas no Sul do Brasil, Camilo; Pereira (2006) observaram que o efeito raleante do ANA é proporcional a concentração utilizada, indicando que sejam utilizadas concentrações de 5 a 15ppm, visto que em maiores concentrações associada a algum fator de estresse, como ocorrência de ácaros, o raleio pode ser muito severo. Segundo estes autores, embora o ANA apresente bom efeito raleante, sua utilização não dispensa a realização do raleio manual complementar para obtenção de frutas de bom calibre e bem distribuídas na planta.

A benziladenina (BA) é um fitorregulador com ação de citocininas que apresenta potencial de uso no raleio químico de frutos em várias cultivares de macieira (MAAS, 2006; ROBINSON, 2006). Yuan; Greene (2000) sugerem que a ação raleante da benziladenina em maçãs é devida principalmente pela redução de carboidratos disponíveis para os frutos em desenvolvimento. A benziladenina (BA), que tem demonstrado bloquear o desenvolvimento do embrião, causando reduções nos níveis de carboidratos; este, por sua vez, reduz o transporte de auxina em todo o pedúnculo da fruta e aumenta a sensibilidade da zona de abscisão de etileno, levando a queda dos frutos (BOTTON et al, 2011; ECCHER et al, 2013). Além disso, segundo Greene (2005), a benziladenina promove aumento na divisão celular, refletindo no maior tamanho de fruto na ausência de raleio. A promoção de abscisão excessiva pode ocorrer com concentrações acima de 150 a 200 ppm (DORIGONI, 2004). A benziladenina é considerada um bom raleante porque a substância imita a ação biológica da citocinina que é sintetizada nas plantas e apresenta baixa toxicidade (YUAN; GREENE, 2000). Segundo Petri et al., (2006), a benziladenina em concentrações iguais ou superiores

170 mg L<sup>-1</sup> reduz a frutificação efetiva de macieiras ‘Fuji’ quando aplicado em frutos com aproximadamente 10 mm de diâmetro.

A maior agilidade dos raleantes químicos como o ácido naftaleno acético e a benziladenina é notada quando estes são aplicados em frutos que estão em um estágio de rápido crescimento, o que sugere que estas substâncias desempenham sua ação raleante reduzindo a produção ou a translocação de carboidratos, o que intensifica competição entre os diferentes tecidos drenos, incluindo frutos em desenvolvimento (GREENE, 2002). Sugere-se que a variabilidade na eficácia do raleio está relacionada com a fase de desenvolvimento do fruto e a disponibilidade de carboidratos para manter o crescimento do fruto (ROBINSON et al., 2011).

Fatores ambientais como altas temperaturas no momento da aplicação podem potencializar o efeito de alguns raleantes, como é o caso do ethephon que se mostra altamente variável com a temperatura, sendo que acima de 25°C o seu efeito raleante pode ser potencializado devido a maior taxa de síntese de etileno, podendo resultar em raleio excessivo. Petri (2006), avaliando o ethephon no raleio de macieiras ‘Fuji’ observou efeito raleante a partir de 100 ppm.

Outro produto que por muito tempo foi utilizado no raleio químico em macieiras foi o Carbaryl, que era aplicado de forma individual em mistura com outros raleantes. No entanto, por se tratar de um inseticida de elevada toxicidade deixou de ser comercializado, deixando o setor produtivo sem um produto similar (LAFER, 2010).

De acordo com Stover (2004), estudos que se referem ao raleio químico buscam identificar substâncias ou combinações destas, que expressem ação raleante, bem como as melhores épocas e dosagens a serem aplicadas e, também os seus efeitos na produção e qualidade dos frutos. Este autor



sugere quantificar o benefício econômico proporcionado pelo raleio, além de identificar a carga de frutos adequada para cada cultivar a fim equilibrar produtividade e calibre dos frutos para maximizar o retorno econômico, de modo a evitar a ocorrência de alternância de produção.

Recentemente o herbicida metamitron, do grupo químico triazinona, teve relatos sobre sua atividade de raleio de frutos de macieira através da inibição da fotossíntese (LAFER, 2010; BASAK, 2011). Este produto, especificamente, é um inibidor do fotossistema II que altera o aparato fotossintético por 7 a 10 dias após a aplicação, reduzindo as taxas de transporte de elétrons em até 60% (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012).

Reginato et al., (2012) identificaram em seus estudos que o herbicida Metamitron (inibidor da fotossíntese) tem grande potencial raleante, pois quando aplicado no período de queda de pétalas e frutos com 10mm, na cultivar de macieira ‘Brookfield’, apresentou resultados similares aos de ANA, Benziladenina e Carbaryl. Conforme estudos realizados por Lafer (2010), quando aplicado Metamitron em frutos pequenos de macieira ‘Elstar’, este não causou qualquer dano foliar, formação de frutos pigmeus, má-formação de frutos e russeting. O Metamitron exibiu atividade de raleio quando aplicado em frutos de macieira no estágio de 10mm a 12mm de diâmetro (BASAK, 2011), ou ainda, em frutos de maior calibre, maiores que 18mm, em macieira ‘Gala’. Esse efeito pode ser potencializado quando aplicado em mistura de tanque com outros raleantes (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012; GREENE, 2014).

A mistura de tanque de raleantes com diferentes mecanismos de ação pode potencializar os efeitos do raleio químico (WERTHEIM; WEBSTER, 2005). Nesse contexto, a benziladenina tem provado ser extremamente útil no raleio de macieiras, quando em mistura com ANA (WERTHEIM;

WEBSTER, 2005; PETRI et al., 2006; PETRI, 2007). Da mesma forma, Greene (2014) relata que a mistura de Benziladenina com Metamitron pode potencializar o efeito raleante de frutos de 8mm a 12mm de diâmetro na macieira ‘Pionner McIntosh’.

Contudo, informações sobre a concentração adequada de Metamitron na literatura científica são escassas. Brunner, (2014), trabalhando com concentrações de 0ppm, 247,5ppm; 495ppm; 742,5ppm e 990 ppm de Metamitron, aplicadas na fase de frutos com 8mm de diâmetro em macieiras ‘Golden Delicious’, observou que a diminuição da produção por planta foi proporcional ao aumento da concentração, bem como ao aumento da massa fresca dos frutos. Com aumento da concentração o autor também observou uma melhor distribuição dos frutos em categorias de melhor aceitação comercial e maior calibre de frutos (STERN, 2014). Já Greene (2014), observou significativa redução do número de frutos por  $\text{cm}^2$  de área de secção de tronco, em plantas de macieira ‘CandyCrisp’ tratadas com concentrações crescentes de Metamitron. No entanto Mcartney; Obermiller (2014) chamam a atenção para a possibilidade de queda excessiva de frutos dependendo da concentração e da fase de aplicação de Metamitron.

Uma preocupação relacionada a produtos químicos para raleio de frutos está voltada ao retorno de floração no ano seguinte a aplicação dos mesmos. Stern (2014) relata que não foram observadas diferenças na florada posterior entre plantas tratadas com metamitron e plantas não tratadas. Já Brunner (2014) observou grande variabilidade dos efeitos de metamitron entre cultivares, concentrações e épocas de aplicação.

Nas condições climáticas brasileiras, mais especificamente na região sul do Brasil, as informações sobre o uso de metamitron como produto para raleio químico de frutos

em macieira são escassas. No entanto, alguns estudos foram desenvolvidos a fim de avaliar a eficiência deste produto no raleio de frutos. Segundo Petri et al (2013) a aplicação de Metamitron ou Metamitron + BA foi eficiente no raleio de frutos nas cultivares Fuji Suprema, MaxiGala e Fred Hough, apresentando potencial para compor o programa de raleio químico de macieiras em substituição do Carbaryl, nas condições climáticas brasileiras. Sendo assim, vislumbrou-se o potencial de uso para raleio de frutos com maior diâmetro, conforme Petri et al (2014) que constataram a eficiência do Metamitron no raleio de frutos de 5 a 20 mm de diâmetro, na cultivar de macieira Fred Hough. Em estudos preliminares, nas cultivares Maxigala e Fuji Suprema, Gabardo et al., (2014) observaram que o princípio ativo Metamitron influenciou negativamente a taxa fotossintética, persistindo por aproximadamente 5 dias após a aplicação do produto e, conseqüentemente, promovendo a queda de frutos. Contudo, aferição de concentrações e identificação de épocas de aplicação bem como possíveis misturas ainda são necessárias para a otimização da eficiência no uso do produto para raleio de frutos, visto que o produto pode causar raleio excessivo em concentrações elevadas, como observado por Petri et al (2013) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com 800 ppm de Metamitron. Esses resultados evidenciam que o produto é eficaz, porém ainda não há recomendações sobre concentrações e épocas de aplicação nas condições climáticas do sul do Brasil.

## **CAPITULO 2 – EFEITO DA APLICAÇÃO DE METAMITRON EM DIFERENTES ÉPOCAS, CONCENTRAÇÕES E COMBINAÇÕES COM BENZILADENINA NO RALEIO QUÍMICO DE PÓS-FLORAÇÃO DA MACIEIRA**

### **RESUMO**

Na cultura da macieira o raleio de frutos é indispensável à obtenção de frutos de maior qualidade e aceitação comercial, além de evitar a alternância de produção. O raleio químico reduz custos com mão de obra e permite ao produtor realizar em uma única época garantindo melhores resultados. A identificação de novos produtos ambientalmente seguros e eficientes ao raleio é almejada, pois a disponibilidade de produtos registrados é limitada. Recentemente, o metamitron foi relatado como efetivo no raleio de frutos da macieira, porém informações de uso no Brasil ainda são poucas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial do metamitron como raleante, bem como sua interferência no retorno de floração da macieira. Foram realizados três experimentos durante as safras agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015, no município de Caçador, SC. No experimento 01 - foi testada uma concentração fixa de metamitron de 350ppm, aplicada em quatro épocas diferentes: Queda de pétalas (QP); em frutos de 5mm a 10mm, de 15mm a 20mm e >20mm de diâmetro, comparando com raleio manual e plantas sem raleio (controle). No experimento 02 – foram testadas duas concentrações de Metamitron de 350ppm e 700ppm, aplicadas de forma individual ou misturadas com Benziladenina a uma concentração fixa de 0,8ppm, em uma única época de aplicação (frutos entre 5mm a 10mm de diâmetro) comparando com raleio manual e plantas sem raleio (controle). No experimento 03 – foram testadas seis concentrações de metamitron (0; 350; 700; 1050; 1400; 1750ppm), aplicadas quando os frutos estavam com 20 mm de diâmetro. Foram avaliadas: a

frutificação efetiva (%), o número de frutos por inflorescência, queda de frutos (%), produção ( $\text{kg planta}^{-1}$  e frutos  $\text{planta}^{-1}$ ), massa fresca média dos frutos (g), eficiência produtiva ( $\text{kg cm}^{-2}$  e frutos  $\text{cm}^{-2}$ ), frutos por classes de calibre (%), firmeza da polpa ( $\text{Lib pol}^2$ ), sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), índice iodo-amido e retorno de floração (%). A frutificação efetiva (%), o número de frutos por cacho floral, a queda de frutos (%), a produção por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), bem como a eficiência produtiva ( $\text{kg cm}^{-2}$  e frutos  $\text{cm}^{-2}$ ), não diferiram entre os tratamentos. Já o número de frutos por planta foi reduzido nos tratamentos Metamitron 350ppm (QP) e 5-10mm, assim como o tratamento de raleio manual. A firmeza da polpa e índice iodo-amido não foram alteradas entre os tratamentos, porém metamitron 350ppm (QP) mostrou aumento de SST (%). metamitron 350ppm (QP) promoveu aumento de frutos de maior calibre e diminuição da porcentagem de frutos pequenos, da mesma forma que o raleio manual. O retorno de floração (%) foi maior nas plantas que receberam o raleio manual, seguido por metamitron 350ppm (QD) e >20mm, sendo 34,9%, 23,0% e 16,1% respectivamente. O metamitron pode ser uma alternativa para o raleio de frutos da macieira, visto que, promove redução do número de frutos por planta e melhora a alocação dos frutos em categorias de maior calibre. Na safra 2013/2014 houve significativa redução da frutificação efetiva nas plantas que receberam os tratamentos para raleio químico, enquanto que na safra 2014/2015, não se observou alteração. Na safra 2013/2014, as plantas tratadas com metamitron 350ppm ou 700ppm e metamitron 350ppm + benziladenina 0,8ppm mostraram significativa redução no número de frutos por planta. No entanto a produção por planta (kg) não sofreu alteração, visto que todos os tratamentos com metamitron, independentemente da concentração aplicada ou da mistura com benziladenina, aumentaram a massa média dos frutos. Independentemente da concentração de metamitron aplicada ou em mistura com benziladenina, houve uma maior alocação dos

frutos em categorias de maior calibre, bem como, a massa fresca média dos frutos também foi aumentada em relação as plantas não tratadas. A aplicação de metamitron não alterou as características físico químicas dos frutos, nem causou 'russeting'. O metamitron aplicado sozinho, ou em mistura com benziladenina, promoveu a queda de frutos, podendo ser usado num programa de raleio químico para macieira. Com o aumento das concentrações de metamitron, a queda de frutos (%) foi aumentada e a produção (kg planta<sup>-1</sup> e frutos planta<sup>-1</sup>) foi reduzida com o aumento das concentrações. Resposta similar foi observado para a eficiência produtiva das plantas. O aumento das concentrações de metamitron proporcionaram maior alocação dos frutos nas categorias de maior calibre. Porém alguns cuidados devem ser tomados, pois, concentrações acima de 1050ppm podem causar raleio excessivo. O retorno de floração não foi alterado, no entanto, maiores estudos para identificar possíveis interferências negativas ao uso do produto ainda são necessários. Sendo assim, o metamitron pode ser uma importante alternativa para compor o programa de raleio químico da macieira, visto que promove redução do número de frutos por planta e aumenta a alocação dos frutos em categorias de maior calibre.

Palavras chave: *Malus doméstica*, retorno de floração, queda de frutos.

## ABSTRACT

## THE EFFECT OF TIMING, RATES AND BENZYLADENINE-COMBINATIONS OF METAMITRON ON POST FLOWERING THINNING OF APPLES

Apple fruit thinning is essential in order to obtain larger and quality fruits for better marketing and prevent biennial bearing. Chemical thinning reduces labor costs and allows growers to thin fruits in a short period of time ensuring better results. The identification of new products that are efficient and environmentally safe has been the major goal since the compounds available nowadays are limited. Recently, the new compound metamitron has shown great efficacy on apple fruit thinning, however little information is available in Brazil. The main goal of this work was to evaluate the potential of metamitron as a thinner as well as its effect on return bloom. During 2013/2014 and 2014/2015 growing seasons three experiments were conducted in Caçador, SC, Brazil. In the first trial a fixed concentration of metamitron 350 ppm was tested in four different timings: petal fall (PF), 5-10 mm, 15-20 mm and >20 mm fruitlet size. Hand thinning and untreated control treatments were included for comparison. In the second trial it was tested two concentrations of metamitron 350 and 700 ppm alone or tank mixed with 0.8 ppm of benzyladenine (BA) applied at 5-10 mm fruitlet diameter. Hand thinning and untreated control treatments were also included in this trial. In the third trial, six different concentrations of metamitron was tested at 20 mm fruitlet size (0, 350, 700, 1050, 1400 and 1750 ppm). The variables measured were fruit set (%), number of fruits per cluster, fruit drop (%), tree production ( $\text{kg tree}^{-1}$  and  $\text{fruits tree}^{-1}$ ), fruit weight (g), yield efficacy ( $\text{kg cm}^{-2}$  and  $\text{fruits cm}^{-2}$ ), fruit size grading (%), firmness ( $\text{Lib pol}^2$ ), total soluble solid content (TSS) ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), starch-iodine index and return bloom (%). Fruit set (%), number of fruits per cluster, fruit drop (%), fruit production ( $\text{kg tree}^{-1}$ ) as well as yield efficacy

(kg cm<sup>-2</sup> and fruits cm<sup>-2</sup>) did not differ among treatments. Fruit number per tree was reduced with metamitron 350 ppm at PF and at 5-10 mm fruitlet size and when hand thinning was applied. Flesh firmness and starch-iodine index were not altered among treatments, however metamitron 350 ppm at PF provide an increase in TSS. Metamitron 350 ppm at PF also increased the number of large fruits and reduced the percentage of small fruits in the same manner as hand thinning. Return bloom (%) was higher on trees that were hand-thinned or treated with metamitron 350 ppm at PF and > 20 mm (34.9, 23.0 and 16.1 %, respectively). Metamitron might be a great alternative for apple fruit thinning since it reduces the number of small fruits and increases the percentage of larger fruits. There was a significant reduction in fruit set on the chemically treated trees in 2013/2014 whether compared to the 2014/2015 growing season. In the 2013/2014 season, trees treated with metamitron 350 ppm or 700ppm and metamitron 350 ppm + BA showed significant reduction in fruit number per tree. However, fruit production per tree (Kg) was not affected, which means that any concentration of metamitron alone or in combo with BA increased fruit weight. Regardless metamitron concentration or BA combination there was an increase in fruit number allocated in the larger grade size as well as in average fruit weight. Metamitron did not alter the physic-chemical characteristics of the fruits neither caused russetting. Either alone or combined with BA, metamitron promoted fruit drop and could be used in the fruit thinning program of apples. By increasing metamitron concentration, fruit drop (%) increased and fruit production per tree (either Kg or number) reduced. Similar behavior was observed for tree yield efficacy. The increase of metamitron rates also provided an increase in fruit number allocated in the larger grade size. Nevertheless, some facts should take into account such as concentration above 1050 ppm may cause excessive thinning. Return bloom was not altered, however further investigations to identify possibly



negative interferences of met amitron are still needed. Therefore, met amitron could be an important tool to be included in the apple fruit thinning program once it reduces fruits per tree and increase the fruit number in the larger grade size.

Key Words: *Malus domestica*, flowering return, fruit drop.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o décimo primeiro produtor mundial de maçã, com aproximadamente 1,3 milhões de toneladas produzidas, o que corresponde a 1,7 % da produção mundial. A macieira é cultivada principalmente na região Sul do país, em cerca de 38,4 mil hectares (FAOSTAT, 2014).

O crescente aumento das exportações de frutas tem sido seguido pela maior exigência em qualidade dos frutos pelos consumidores no mercado interno (DUSSI et al., 2006). O raleio é uma prática que permite aumentar a eficiência produtiva do pomar com a obtenção de frutos de maior aceitação comercial. Independentemente da forma e fase fenológica de realização, o raleio visa o aumento do calibre médio de frutos ou aumentar a alocação de frutos para as categorias de maior calibre (STOVER et al., 2004). Sendo assim, o raleio é necessário para ajuste do número de frutos por planta, de modo que os frutos atinjam calibre adequado para aceitação comercial (REIGHARD et al., 2006).

Desta maneira, o raleio químico mostra-se promissor por ser uma operação rápida e permitir raleio de flores e frutos no momento adequado, garantindo maior qualidade aos frutos, além de reduzir significativamente os custos com mão de obra quando comparado ao raleio manual (COSTA et al., 2006).

Para o manejo da macieira nas condições climáticas do Sul do Brasil, o raleio químico em pós-floração é o mais indicado, pois as condições climáticas são muito variáveis de um ano para outro, isso influencia a polinização e fertilização e, conseqüentemente os índices de frutificação podem ser baixos. Deste modo, quando se observa grande volume de florada e uma elevada frutificação efetiva, o uso do raleio químico é de grande valia, pois há necessidade de reduzir o número de frutos por planta (PETRI et al., 2006). No entanto, há uma grande limitação quanto a disponibilidade de fitorreguladores com ação raleante, principalmente em áreas

sob rigorosos controles regulamentares para o registro de novas moléculas, devido a toxicidade e efeito residual a tendência é serem retirados do comércio, como é o caso do Carbaryl.

Com o cancelamento do registro do Carbaryl, há necessidade de novas alternativas para o raleio das cultivares com baixa resposta aos raleantes químicos. A cultivar de macieira Baronesa, é de alta frutificação efetiva pouco responsiva aos raleantes químicos, similarmente a ‘Fuji’ (CAMILO, A. P.; DENARDI, F., 2006). Deste modo, faz-se necessário o desenvolvimento de novos produtos ambientalmente seguros e com grande eficiência como a benziladenina (COSTA et al., 2004).

O herbicida metamitron, do grupo químico triazinona, teve recentemente relatos sobre sua atividade de raleio de frutos de macieira através da inibição da fotossíntese (LAFER, 2010; BASAK, 2011; STERN, 2014). Este produto, especificamente, é um inibidor do fotossistema II que afeta o aparato fotossintético por 7 a 10 dias após a aplicação, reduzindo as taxas de transporte de elétrons em até 60% (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012).

Reginato et al. (2012) identificaram em seus estudos que o herbicida Metamitron tem grande potencial raleante, pois quando aplicado no período de queda de pétalas e frutos com 10mm de diâmetro, na cultivar de macieira ‘Brookfield’, apresentou resultados similares aos de ANA, Benziladenina e Carbaryl. Conforme estudos realizados por Lafer (2010), quando aplicado Metamitron em frutos pequenos de macieira ‘Elstar’, este não causou qualquer dano foliar, frutos pigmeus, má-formação de frutos e russeting. Ele exibiu atividade de raleio quando aplicado em frutos de macieira no estágio de 10 a 12 mm de diâmetro (BASAK, 2011), ou ainda, em frutos de maior calibre, maiores que 18 mm, em macieira ‘Gala’, esse efeito pode ser potencializado quando associado a outros raleantes (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012; GREENE, 2014).

Informações sobre as concentrações a serem aplicadas, ainda são limitadas. No entanto, Brunner, (2014) percebeu que a diminuição da produção por planta foi proporcional ao aumento da concentração de Metamitron, bem como o aumento no tamanho dos frutos, em macieiras ‘Golden Delicious’. Essa maior alocação dos frutos em categorias de maior calibre e melhor aceitação comercial, também foi relatada por Stern (2014). Greene (2014), que observou significativa redução do número de frutos por  $\text{cm}^{-2}$  em plantas de macieira ‘CandyCrisp’ tratadas com concentrações crescentes de Metamitron. Contudo, Mcartney; Obermiller (2014) chamam a atenção para a possibilidade de queda excessiva de frutos dependendo da concentração e do estadio de aplicação de Metamitron.

Nas condições climáticas, mais especificamente na região Sul do Brasil, são escassas as informações sobre o uso de metamitron no raleio químico de frutos de macieira. No entanto, Petri et al (2013) constataram que a aplicação de metamitron ou metamitron em mistura de tanque com a BA foi eficiente no raleio de frutos das cultivares Fuji Suprema, MaxiGala e Fred Hough, apresentando potencial para compor o programa de raleio químico de macieiras em substituição do Carbaryl, nas condições climáticas brasileiras. E ainda, o metamitron possui potencial de uso para raleio de frutos com maior diâmetro, visto que Petri et al (2014) observaram efeito de raleio de frutos de 5 a 20 mm de diâmetro, na cultivar de macieira Fred Hough. Contudo, adequações de concentrações e identificação de épocas de aplicação, bem como possíveis misturas ainda são necessárias para a otimização da eficácia do produto para raleio de frutos, visto que o produto pode causar raleio excessivo em concentrações altas, como observado por Petri et al (2013) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com 800 ppm de metamitron. Outra preocupação constante ao uso de produtos químicos para raleio é o retorno de floração no ano seguinte. Contudo, Stern (2014) relata que não foram

observadas diferenças na floração posterior entre plantas tratadas com metamitron e plantas não tratadas. Já Brunner (2014) observou grande variabilidade entre cultivares, concentrações e épocas de aplicação.

Esses resultados evidenciaram que o produto é eficiente, porém ainda não há recomendações sobre as concentrações, nem sobre possíveis interferências causadas pelo produto no retorno de floração para o ano seguinte, nas condições climáticas do sul do Brasil. O presente trabalho teve como objetivo, testar a eficiência de metamitron aplicado em diferentes épocas, concentrações e combinações com benziladenina no raleio químico em pós-floração nas macieiras ‘Baronesa’ e ‘Fuji Suprema’, bem como, possíveis interferências causadas ao retorno de floração para o ano seguinte, nas condições climáticas do Meio Oeste Catarinense.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos em pomar experimental localizado no município de Caçador, SC (latitude 26°46’S, longitude 51°00’O, altitude 960 metros), pertencente à Epagri/Estação Experimental de Caçador nas safras de 2013/2014 e 2014/2015. O clima dessa região caracteriza-se como temperado constantemente úmido, com verão ameno, conforme a classificação de Köppen, do tipo “Cfb”, com 28°15’41” de latitude e 49°53’09” de longitude. Segundo Epagri/Ciram (2014), o acúmulo de frio durante o período de abril a setembro de 2013 foi de 940 unidades de frio, segundo o modelo Carolina do Norte modificado.

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 de integrado de produção da macieira (SANHUEZA et al., 2006).

Como fonte de benziladenina (BA) foi utilizado o produto comercial MaxCel® (2% de BA), e como fonte de metamitron, foi utilizado o produto comercial Goltix® 700SC

WG (70% de metamitron). Para proceder a aplicação dos produtos, preparou-se as soluções momentos antes de serem usadas, sendo aplicadas uma única vez em cada planta. Os produtos foram aplicados com o auxílio de um pulverizador costal motorizado (20L), com ponteira contendo três bicos D-S tipo leque, com volume de calda equivalente a 1000L ha<sup>-1</sup>.

O crescimento dos frutos foi acompanhado semanalmente, com auxílio de um paquímetro foi tomada a medida do diâmetro(mm) na secção equatorial dos frutos aleatoriamente nas plantas que receberam os tratamentos e quando estes frutos se encontravam na fase desejada foi feita a aplicação dos raleantes.

Para atender aos objetivos desse trabalho foram desenvolvidos três experimentos, sendo eles:

#### Experimento 01:

Utilizaram-se macieiras da cultivar Babonesa, com 12 anos de idade, enxertadas sobre o porta enxerto M-26 em uma densidade de plantio 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 4 m entre linhas e 1,0 m entre plantas.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, composto por seis tratamentos com seis repetições, sendo a unidade experimental formada por uma planta, na safra agrícola de 2013/2014.

Foi testada uma concentração fixa de metamitron de 350ppm, aplicada em quatro épocas distintas: queda de pétalas (QP); frutos de 5mm-10 mm, de 15mm-20mm e >20mm de diâmetro, comparandos com raleio manual e plantas sem raleio (controle). No raleio manual foi adotado o critério de se manter um (01) e dois (02) frutos nas estruturas de frutificação do tipo brindila e esporão, respectivamente, sendo que no raleio químico nenhum complemento de raleio manual foi realizado.

Os tratamentos foram aplicados nas seguintes datas: 17/10/2013 (QP); 22/10/2013 (frutos de 5-10 mm de diâmetro); 29/10/2013 (frutos de 15-20 mm de diâmetro) e 06/11/2013

(frutos >20 mm de diâmetro), sendo que o raleio manual foi realizado no dia 01/11/2013.

#### Experimento 02:

Utilizaram-se macieiras da cultivar Fuji enxertada sobre o porta enxerto M-7 de 24 anos de idade, em uma densidade de plantio 1000 plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 5m entre linhas e 2,0m entre plantas, nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, composto por seis tratamentos com seis repetições, sendo a unidade experimental formada por uma planta.

Foram testadas duas concentrações de Metamitron de 350ppm e 700ppm, aplicadas de forma individual ou misturadas com Benziladenina a uma concentração fixa de 0,8ppm (Maxcel<sup>®</sup> 4,0 L ha<sup>-1</sup>) em uma única época de aplicação (frutos de 5mm a 10mm de diâmetro) comparando com raleio manual e plantas sem raleio (controle). O raleio manual foi realizado quando os frutos se encontravam entre 10 e 15mm, e o critério adotado foi de dois frutos em brindilas e um fruto em esporão, sendo que no raleio químico nenhum complemento de raleio manual foi realizado.

Na safra 2013/2014, os tratamentos foram aplicados no dia 22/10/2013 quando a maior parte dos frutos encontrava-se de 5mm a 10mm de diâmetro e o raleio manual foi realizado no dia 01/11/2013. Já na safra 2014/2015, os tratamentos foram aplicados no dia 21/10/2014 e o raleio manual foi realizado no dia 07/11/2014.

Os dados de colheita apresentados nesse trabalho se referem somente a safra 2013/2014, pois os frutos da safra 2014/2015 não puderam ser colhidos devido ao prazo de

conclusão do curso terminar antes do período de colheita desta cultivar.

### Experimento 03:

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, composto por seis tratamentos com quatro repetições, sendo a unidade experimental formada por uma planta, totalizando 24 plantas, na safra 2013/2014.

Utilizaram-se macieiras da cultivar Baronesa enxertada sobre o porta enxerto de M-26 com 12 anos de idade, em uma densidade de plantio 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 4 m entre linhas e 1,0 m entre plantas.

Foram testadas seis concentrações de metamitron, sendo elas: 0, 350, 700, 1050, 1400 e 1750 ppm, em uma única época de aplicação (frutos entre 20 e 30 mm de diâmetro). Os tratamentos foram aplicados no dia 11/11/2013. Nenhum complemento de raleio manual foi realizado.

### Descrição das variáveis:

Foi identificada uma ramificação lateral (pernada), no terço médio de cada planta para avaliação das variáveis relacionadas a frutificação. As avaliações foram: Frutificação efetiva (%): obtida pela relação entre o número total de frutos contados antes e aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos e o número de inflorescências contadas durante a plena floração ( $[\text{número inicial de frutos/número de inflorescências}] \times 100$ ); Número de frutos por inflorescência: contagem do número de frutos em cada inflorescência antes e aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos; Queda de frutos (%): dada pela relação do número final de frutos pelo número inicial ( $[\text{número de frutos final / número de frutos inicial}] \times 100$ ); Retorno de floração (%): obtida a partir da contagem do número de gemas total e número de gemas floríferas no ramo marcados ( $[\text{número de gemas floríferas/número de gemas total}] \times 100$ ).



A colheita foi realizada individualmente para cada planta em um único repasse e posteriormente foi mensurada a massa fresca dos frutos de cada planta com uma balança digital com precisão  $\pm 0,01$  kg, sendo os dados expressos em kg planta<sup>-1</sup>; em seguida os frutos foram contados (frutos planta<sup>-1</sup>) e da relação entre a massa fresca total e o número total de frutos colhidos, obteve-se a massa fresca média dos frutos (g); Os frutos foram classificados em três categorias, de acordo com o calibre: <135 (>141 g); 136-165 (105 a 141 g); e  $\geq 180$  ( $\leq 104$  g), em seguida calculou-se a porcentagem de frutos por categoria de calibre; Eficiência produtiva: dada em kg cm<sup>-2</sup> e frutos cm<sup>-2</sup>, foi obtida da relação entre produção e área de secção transversal do tronco. Para o cálculo de área de secção transversal do tronco tomou-se a medida de diâmetro do tronco 15 cm acima do ponto de enxertia, e com a fórmula matemática  $A = \pi.r^2$  obtêve-se a área de secção transversal do tronco. Em uma amostra de vinte frutos por tratamento foram avaliadas as seguintes características físico-químicas: Firmeza de polpa: foi quantificada na porção equatorial dos frutos, utilizando penetrômetro eletrônico com ponteira de 11mm (Güss), dado em Lib Pol<sup>-2</sup>; Teste de iodo-amido: A secção equatorial dos frutos foi exposta à solução de I-KI e através de análise visual, o índice de degradação do amido foi estimado utilizando escala de 1 a 9, onde 1 e 9 representam mínima e máxima degradação de amido, respectivamente; Conteúdo de sólidos solúveis totais (SST): determinado com o uso de refratômetro digital em °Brix; Acidez titulável: Foi quantificada titulando-se 10mL de suco com 0,1 N de NaOH até pH 8,1 com titulador automático (Radiometer Analytical); Incidência de “russeting” (%): obtida após a classificação dos frutos de acordo com a escala diagramática de incidência de russeting de 0 a 4, sendo que: Classe 0: ausência de “russeting”, sendo tolerado somente aquele restrito à cavidade peduncular; Classe 1: presença de “russeting” não superando 10% da superfície do fruto; Classe 2: incidência de “russeting” entre 10% e 30 % da superfície do

fruto; Classe 3: incidência de “russeting” entre 30% e 50% da superfície do fruto; Classe 4: incidência de “russeting” superior a 50% da superfície do fruto.

A análise estatística dos dados foi feita através da análise da variação (ANAVA) e comparação de médias através do teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ), e pela análise de regressão polinomial. O nível mínimo de significância adotado em todos os testes foi de 5%. As análises estatísticas foram executadas pelo programa Sisvar, versão 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010). Os dados em porcentagem foram transformados para: arco seno ( $\sqrt{(x/100)}$ ).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Experimento 1:**

Não se observou diferença na frutificação efetiva, no número de frutos por inflorescência e na queda de frutos entre os tratamentos (Tabela 1). Isto pode estar associado ao alto volume de florada e alta frutificação efetiva observada antes do raleio e, conseqüentemente, a ocorrência de intensa queda natural de frutos. Da mesma forma, a produção por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) não sofreu alteração entre os tratamentos testados. Porém, se observou uma redução no número de frutos por planta nos tratamentos metamitron 350ppm (QP) e frutos de 5mm a 10mm de diâmetro, bem como nas plantas raleadas manualmente (Tabela 2).

**Tabela 1** – Frutificação Efetiva (%) após o raleio; número de frutos por cacho floral antes e após o raleio e Queda de frutos (%) em plantas de macieira ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014.

<b>Tratamentos</b>	<b>FE(%)</b>	<b>FC1</b>	<b>FC2</b>	<b>QF(%)</b>
Controle	88,2 <sup>ns</sup>	2,0 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	5,6 <sup>ns</sup>
Raleio manual	48,0	1,8	1,5	19,9
Metamitron 350ppm QP	49,6	1,8	1,7	9,9
Metamitron 350ppm 5-10mm	88,1	2,0	1,9	13,8
Metamitron 350ppm 10-15mm	70,7	2,0	2,0	11,8
Metamitron 350ppm >20mm	73,0	2,0	1,8	9,7
<b>CV(%)</b>	27,2	20,0	17,0	74,1

**FE(%)**: Frutificação Efetiva (%) após o raleio; **FC1**: Numero de frutos por cacho floral antes do raleio; **FC2**: Numero de frutos por cacho floral após o raleio; **QF(%)**: queda de frutos (%); QP (queda de pétalas), CV (%): coeficiente de variação.  
<sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Produção do próprio autor

**Tabela 2** – Produção (kg planta<sup>-1</sup> e frutos planta<sup>-1</sup>), massa fresca média dos frutos (g) e produtividade estimada (t ha<sup>-1</sup>) em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico de frutos. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		Massa dos frutos (g)	Produtividade estimada (t ha <sup>-1</sup> )
	kg planta <sup>-1</sup>	frutos planta <sup>-1</sup>		
Controle	47,5 <sup>ns</sup>	602,2 a	81,0 b	118,8 <sup>ns</sup>
Raleio manual	35,6	340,2 b	112,5 b	89,1
Metamitron 350ppm QP	32,6	246,8 b	143,6 a	81,4
Metamitron 350ppm 5-10mm	35,7	369,8 b	99,1 b	89,3
Metamitron 350ppm 10-15mm	42,0	460,5 a	94,3 b	105,1
Metamitron 350ppm >20mm	39,5	476,8 a	92,1 b	98,8
CV (%)	29,5	19,9	18,0	28,4

Medias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P>0,05$ ). MM: metamitron; QP: queda de pétalas; CV: coeficiente de variação (%).

Fonte: Produção do próprio autor

A massa fresca média dos frutos também foi aumentada com a aplicação de metamitron 350ppm no período de queda de pétalas (Tabela 2), visto que os benefícios da divisão celular são maiores nesta fase devido a intensa divisão celular. Resultados semelhantes foram relatados por Lafer (2010), sendo que aplicações de metamitron 350ppm nas fases iniciais de desenvolvimento dos frutos (6-8mm de diâmetro) reduziram significativamente o número de frutos por planta, enquanto que aplicações mais tardias (12-14mm) não diferiram das plantas não tratadas, na macieira ‘Elstar’. A abscisão de frutos de

menor calibre pode ser potencializada quando associada a condições climáticas que favoreçam a redução dos níveis de carboidratos nas plantas, especialmente níveis de baixa luminosidade e temperatura elevada após a aplicação (FALLAHI; GREENE, 2010).

Quanto a distribuição de frutos por classe de calibre, a aplicação de Metamitron 350ppm no período de queda de pétalas não diferiu do tratamento raleio manual, sendo que em ambos os tratamentos se observou aumento da porcentagem de frutos na categoria de maior calibre (135) e redução na categoria de menor calibre (180) (Tabela 3).

**Tabela 3** – Distribuição dos frutos por escala de calibres (%), >135 (>141g); 136-165 (105 a 141g); e  $\geq 180$  ( $\leq 104$  g) em macieira ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Distribuição dos frutos por calibre (%)		
	< 135	150-165	>180
Controle	4,2 b	29,6 <sup>ns</sup>	66,2 a
Raleio manual	25,7 a	45,5	28,8 b
Metamitron 350ppm QP	37,8 a	49,2	13,0 b
Metamitron 350ppm 5-10mm	12,0 b	45,5	42,5 a
Metamitron 350ppm 10-15mm	7,7 b	39,2	53,2 a
Metamitron 350ppm >20mm	10,0 b	40,2	49,8 a
CV (%)	53,3	15,8	30,1

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P>0,05$ ). QP: queda de pétalas; CV: coeficiente de variação (%).

Fonte: Produção do próprio autor

Stern (2014) trabalhando com uma concentração baixa metamitron (130ppm) em duas aplicações, sendo uma no

período de plena floração seguida de outra, sete dias após, ou uma em plena floração e outra 14 dias após, também observou redução do número de frutos na categoria considerada frutos pequenos e aumento do número de frutos nas categorias de frutos médios e grandes. Isso está de acordo com as afirmações de Nachtigal; Kersten (2010), que quanto mais próximo da floração for realizado o raleio, maiores são os acréscimos obtidos em calibre e qualidade dos frutos e também são menores os riscos de alternância de produção. A eficiência produtiva, tanto em  $\text{kg cm}^{-2}$ , quanto em frutos  $\text{cm}^{-2}$ , nos tratamentos com metamitron e raleio manual não diferiram das plantas não tratadas (Tabela 4).

**Tabela 4** – Eficiência produtiva ( $\text{kg cm}^{-2}$  e frutos  $\text{cm}^{-2}$ ) em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Eficiência produtiva	
	$\text{kg cm}^{-2}$	frutos $\text{cm}^{-2}$
Controle	1,04 <sup>ns</sup>	13,2 <sup>ns</sup>
Raleio manual	0,88	8,4
Metamitron 350ppm QP	0,80	6,3
Metamitron 350ppm 5-10mm	0,79	8,3
Metamitron 350ppm 10-15mm	0,95	11,0
Metamitron 350ppm >20mm	0,96	11,9
CV (%)	34,9	46,5

<sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ). QP: queda de pétalas; CV: coeficiente de variação (%).

Fonte: Produção do próprio autor

As características físico químicas dos frutos de firmeza polpa, índice de amido não sofreram nenhuma alteração entre tratamentos, com exceção da porcentagem de sólidos solúveis totais (SST%) que foi superior no tratamento Metamitron 350ppm 5-10mm (Tabela 5).

**Tabela 5** – Firmeza polpa (Lib Pol<sup>-2</sup>), SST(%) - Sólidos solúveis totais (%) e índice de Iodo Amido de frutos em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Caçador, SC, 2014.

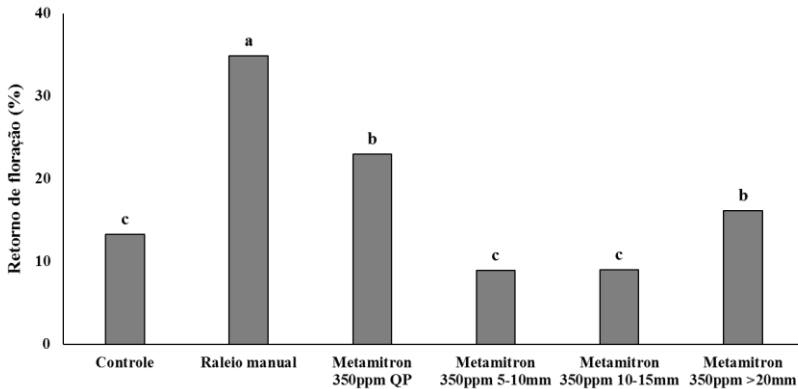
<b>Tratamentos</b>	<b>Firmeza polpa (Lib Pol<sup>-2</sup>)</b>	<b>SST (%)</b>	<b>Iodo Amido</b>
Controle	16,0 <sup>ns</sup>	11,6 b	4,4 <sup>ns</sup>
Raleio manual	16,1	11,7 b	2,7
Metamitron 350ppm QP	15,9	13,3 a	3,5
Metamitron 350ppm 5-10mm	16,0	12,5 b	3,5
Metamitron 350ppm 10-15mm	16,3	11,9 b	3,3
Metamitron 350ppm >20mm	16,4	12,1 b	2,5
CV (%)	3,9	4,7	36,9

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P>0,05$ ). QP: queda de pétalas; CV: coeficiente de variação (%).

Fonte: Produção do próprio autor

O maior retorno a floração foi observado nas plantas raleadas manualmente (34,9%), seguido das aplicações de Metamitron 350ppm, no período de queda de pétalas e em frutos com diâmetro superior a 20mm, as quais proporcionaram, 23,0% e 16,1%, respectivamente, de retorno a floração. Já o retorno de floração (%) observado nas plantas tratadas com Metamitron 350ppm aplicado em frutos de 5mm a 10mm ou de 11mm a 15mm de diâmetro não diferiu das plantas não tratadas, sendo que os valores médios foram de 8,9; 9,0 e 13,3%, respectivamente (Figura 1).

**Figura 1** – Retorno de floração (%) em macieiras ‘Baronesa’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. QP: queda de pétalas; médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ( $P < 0.05$ ). Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

O raleio de flores e frutos é um método eficaz para melhorar a qualidade dos frutos (LINK, 2000), além de prevenir a ocorrência de alternância de produção (TROMP, 2000). Embora o aumento do tamanho do fruto seja a principal razão do raleio para algumas espécies, como a macieira, pode-se enferir também que o raleio reduz fontes de giberelinas, que têm ação antagônica à formação de gemas florais para o ciclo seguinte (CAMILO; PEREIRA, 2006). Além do consumo excessivo de reservas, a grande carga de frutos repercute no aumento da concentração de giberelinas, produzidas pelas sementes, que limitam a diferenciação floral, diminuindo o volume de floração no ciclo seguinte (TROMP; WERTHEIM, 2005).

Basak (2011) observou que Metamitron 350ppm aplicado uma única vez, em frutos de 6mm a 8mm de diâmetro,



ou em duas vezes, uma em frutos de 6mm a 8mm e outra em frutos de 10mm a 16mm de diâmetro, não interferiu na floração do ano subsequente em macieiras ‘Gala Must’. Do mesmo modo Stern (2014) afirma que as plantas tratadas com Metamitron não sofreram nenhuma alteração no retorno de floração, embora a concentração utilizada tenha sido menor. Já Lafer (2010) relata que o retorno de floração foi extremamente relacionado com a carga de colheita do ano anterior, visto que plantas com menores produções tiveram maior retorno de floração.

A alternância de produção, devido ao grande consumo de reservas em anos com ocorrência de frutificação excessiva, limita a capacidade de formação de gemas e suprimento de carboidratos nos ciclos de produção posteriores (JACKSON, 2003). Assim, a prática do raleio proporciona produções mais estáveis ao longo dos anos devido à melhoria no desenvolvimento vegetativo e produtivo, obtido através do ajuste da carga de frutos por planta. Observou-se um baixo retorno de floração, mesmo no raleio manual sendo que foi inferior a 40%. Isto pode estar relacionado a alta produtividade por hectare que variou de 81,5t ha<sup>-1</sup> a 118,7t ha<sup>-1</sup>, valores estes acima da expectativa de produção de 50t ha<sup>-1</sup>.

## **Experimento 2:**

Observaram-se respostas diferenciadas as aplicações dos raleantes químicos entre as safras agrícolas testadas. Na safra 2013/2014, os tratamentos metamitron 350ppm + benziladenina 0,8ppm e metamitron 700ppm reduziram significativamente a frutificação efetiva (%) após sua aplicação. Já na safra 2014/2015 não foi observada diferença na frutificação efetiva (%) após a aplicação dos tratamentos, entre as plantas tratadas e as plantas controle. Isto pode estar associado a menor intensidade de floração observada na última safra. Também, não se observou alteração no número médio de

frutos por inflorescência após a aplicação dos tratamentos em ambas as safras (Tabela 6).

**Tabela 6** – Frutificação Efetiva (%) e número de frutos por cacho floral após aplicação dos tratamentos para raleio químico em macieira ‘Fuji Suprema’, nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2014.

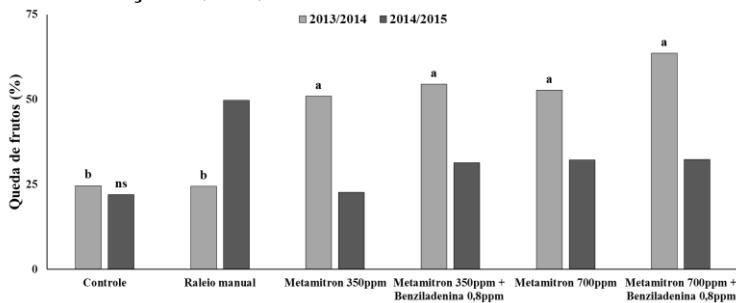
Tratamentos	2013/2014		2014/2015	
	FE	NFC	FE	NFC
Controle	82,1 a	1,69 <sup>ns</sup>	78,1 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>
Raleio manual	101,4 a	1,73	67,4	1,4
Metamitron 350ppm	67,7 a	1,74	95,8	1,9
Metamitron 350ppm + Benziladenina 0,8ppm	32,8 b	1,41	52,2	1,7
Metamitron 700ppm	37,0 b	1,17	51,3	1,6
Metamitron 700ppm + Benziladenina 0,8ppm	63,0 a	1,78	81,2	1,6
CV (%)	51,5	31,0	30,9	20,0

**FE:** Frutificação Efetiva (%) após o raleio; **NFC:** Numero de frutos por cacho floral após o raleio; **CV (%)**: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Produção do próprio autor

Na safra 2013/2014, todos os tratamentos com metamitron, independentemente da concentração adotada, ou mistura com benziladenina, promoveram a queda de frutos, inclusive superaram o tratamento de raleio manual. Porém na safra seguinte não houve diferença entre os tratamentos (Figura 2). A abscisão de frutos de menor calibre pode ser potencializada quando associada a condições climáticas que favoreçam a redução dos níveis de carboidratos nas plantas, especialmente níveis de baixa luminosidade e temperatura elevada após a aplicação (FALLAHI; GREENE, 2010).

**Figura 2** – Queda de frutos (%) em macieiras ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio de frutos. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade; ns: não significativo ( $P>0,05$ ). Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

Na safra 2013/2014 se observou uma redução na produção (frutos planta<sup>-1</sup>) de 47,7%, 52,1% e 70,6% nas plantas tratadas com metamitron 350ppm, metamitron 350ppm + benziladenina 0,8ppm e ou metamitron 700ppm, respectivamente, em comparação as plantas controle. Já a produção (kg planta<sup>-1</sup>) não sofreu alteração, visto que todos os tratamentos com metamitron, independentemente da concentração aplicada ou da mistura com benziladenina, aumentaram a massa fresca média dos frutos (Tabela 7). Este aumento da massa fresca de frutos também foi observado por Brunner, (2014) em plantas de macieira ‘Golden Delicious’ tratadas com metamitron.

**Tabela 7** – Produção (kg planta<sup>-1</sup>, frutos planta<sup>-1</sup>) e massa fresca média dos frutos (g fruto<sup>-1</sup>) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		Massa fresca dos frutos (g)
	kg planta <sup>-1</sup>	frutos planta <sup>-1</sup>	
Controle	65,4 <sup>ns</sup>	654,8 a	107,4 c
Raleio manual	75,7	666,0 a	114,5 c
Metamitron 350ppm	43,5	342,0 b	127,4 b
Metamitron 350ppm + Benziladenina 0,8ppm	46,4	313,8 b	143,8 a
Metamitron 700ppm	28,7	192,2 b	148,3 a
Metamitron 700ppm + Benziladenina 0,8ppm	62,5	471,0 a	133,7 b
CV (%)	48,2	28,2	9,3

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Produção do próprio autor

Os tratamentos de metamitron 350ppm + benziladenina 0,8ppm, metamitron 700ppm, e metamitron 700ppm + benziladenina 0,8ppm aumentaram a porcentagem de frutos na categoria de maior calibre, >135 (>141g). Não se observou diferença entre os tratamentos com relação a categoria de frutos considerados de calibre mediano, 136-165 (105 a 141g). Porém todos os tratamentos com metamitron, independente da concentração ou mistura aplicada, reduziram a porcentagem de frutos na categoria  $\geq 180$  ( $\leq 104$  g), superando, inclusive, o tratamento de raleio manual (Tabela 8). Essa maior alocação dos frutos em categorias de melhor aceitação comercial e maior calibre, também foi relatada por Stern (2014). Esse resultado é de grande importância para o setor produtivo, visto que o maior

calibre aliado a boa qualidade dos frutos garantem maior retorno econômico aos pomicultores.

**Tabela 8** – Distribuição dos frutos por escala de calibres (%), >135 (>141g); 136-165 (105 a 141g); e  $\geq 180$  ( $\leq 104$ g) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Distribuição dos frutos por calibre (%)		
	< 135	150-165	>180
Controle	17,1 b	47,9 <sup>ns</sup>	35,0 a
Raleio manual	19,3 b	49,9	30,8 a
Metamitron 350ppm	24,2 b	52,4	23,5 b
Metamitron 350ppm + Benziladenina 0,8ppm	33,9 a	45,2	20,9 b
Metamitron 700ppm	38,3 a	48,8	12,9 b
Metamitron 700ppm + Benziladenina 0,8ppm	35,0 a	48,2	16,8 b
CV (%)	12,3	6,0	18,1

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P>0,05$ ).

Fonte: Produção do próprio autor

As aplicações de metamitron, sozinho ou em mistura com benziladenina, não causaram nenhuma alteração na porcentagem de ‘russeting’ sobre a epiderme dos frutos (Tabela 9). Isso é uma característica desejável nos produtos para raleio químico, visto que o aumento do ‘russeting’ diminui a qualidade dos frutos.

**Tabela 9** – Severidade de ‘russeting’ sobre a epiderme dos frutos, em macieiras ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Russeting (%)				
	0	1	2	3	4
Controle	1,5 <sup>ns</sup>	24,0 <sup>ns</sup>	53,5 <sup>ns</sup>	18,8 <sup>ns</sup>	2,2 <sup>ns</sup>
Raleio manual	3,3	25,7	44,2	24,3	2,5
Metamitron 350ppm	3,6	22,8	50,0	23,2	0,4
Metamitron 350ppm + Benziladenina 0,8ppm	2,7	18,7	42,8	30,3	5,5
Metamitron 700ppm	1,8	21,8	46,3	25,0	5,0
Metamitron 700ppm + Benziladenina 0,8ppm	2,0	23,2	44,4	26,6	3,8
CV (%)	75,8	21,3	10,2	19,5	105,3

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Produção do próprio autor

Da mesma forma, as características físico químicas de Acidez titulável, Sólidos solúveis totais SST (%) e Índice de Amido, não sofreram alteração pela aplicação dos tratamentos para raleio químico (Tabela 10). Já Greene (2014) percebeu em seus estudos que aplicações de metamitron em mistura com benziladenina causaram leves alterações nas variáveis relacionadas a maturação dos frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis.

**Tabela 10** – Acidez titulável, Sólidos solúveis totais (%) e índice de Iodo Amido de frutos em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

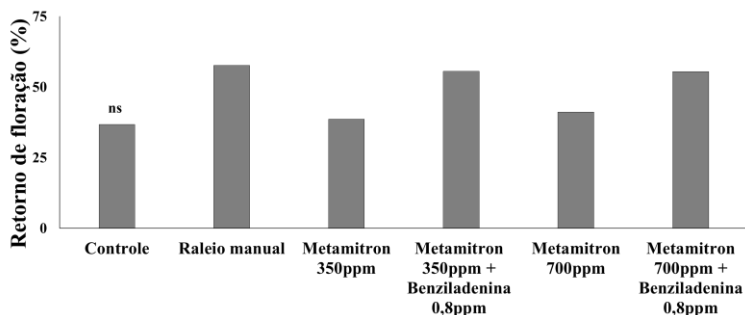
<b>Tratamentos</b>	<b>Acidez titulável</b>	<b>SST (%)</b>	<b>Iodo Amido</b>
Controle	5,6 <sup>ns</sup>	15,0 <sup>ns</sup>	5,9 <sup>ns</sup>
Raleio manual	5,8	14,4	5,2
Metamitron 350ppm	6,2	14,8	4,7
Metamitron 350ppm + Benziladenina 0,8ppm	6,4	14,9	5,4
Metamitron 700ppm	6,6	15,2	5,3
Metamitron 700ppm + Benziladenina 0,8ppm	6,3	15,1	4,8
CV (%)	13,6	4,9	13,9

<sup>ns</sup>: não significativo ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Produção do próprio autor

O retorno de floração nas plantas de macieira tratadas com diferentes tratamentos para raleio de frutos, não sofreu alteração (Figura 3). Stern (2014) relata, também, que não foram observadas diferenças na florada posterior entre plantas tratadas com metamitron e plantas não tratadas. No entanto Brunner (2014) observou grande variabilidade entre cultivares, concentrações e épocas de aplicação de metamitron.

**Figura 3** – Retorno de floração (%) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos para raleio químico, na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



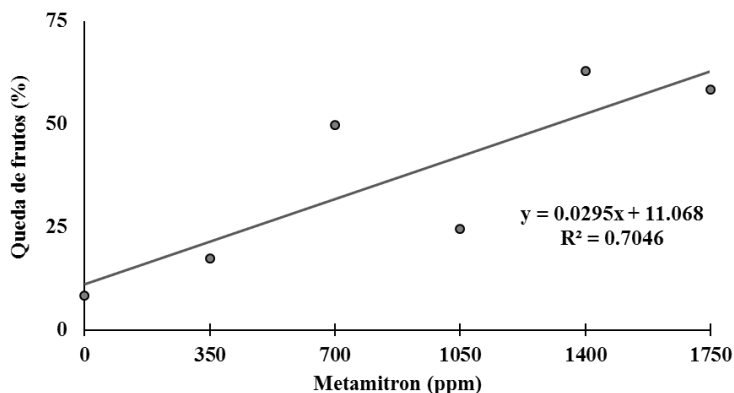
Fonte: Produção do próprio autor

### Experimento 3:

Observou-se uma relação diretamente proporcional entre a queda de frutos (%) e a concentração (ppm) do produto utilizada, ou seja, com o aumento da concentração houve uma maior queda de frutos (Figura 4). Esse aumento na queda de frutos associados ao aumento da concentração de metamitron aplicada também foi relatado por Brunner (2014) em macieiras ‘Golden Delicious’ e em macieiras ‘CandyCrisp’ (GREENE, 2014). Vale salientar que se observou uma redução de 31,6% no número de frutos por inflorescência nas plantas tratadas com metamitron a 1750 ppm em comparação com as plantas não tratadas (Figura 5). Segundo Mcartney; Obermiller (2014) concentrações elevadas de metamitron podem promover queda excessiva de frutos, necessitando alguns cuidados durante a aplicação.

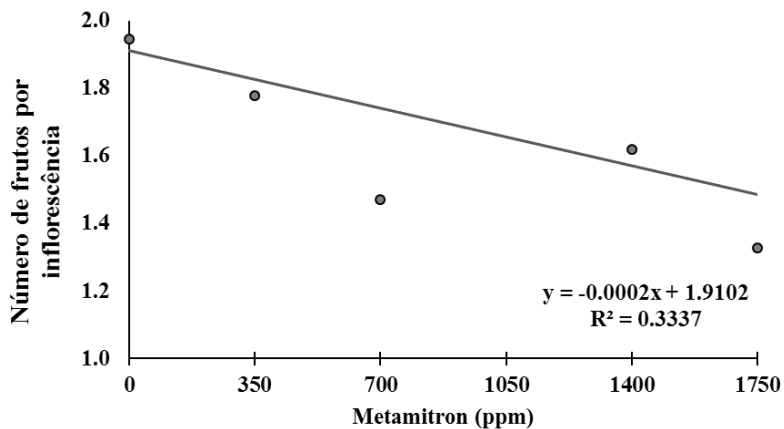


**Figura 4** – Queda de frutos (%) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

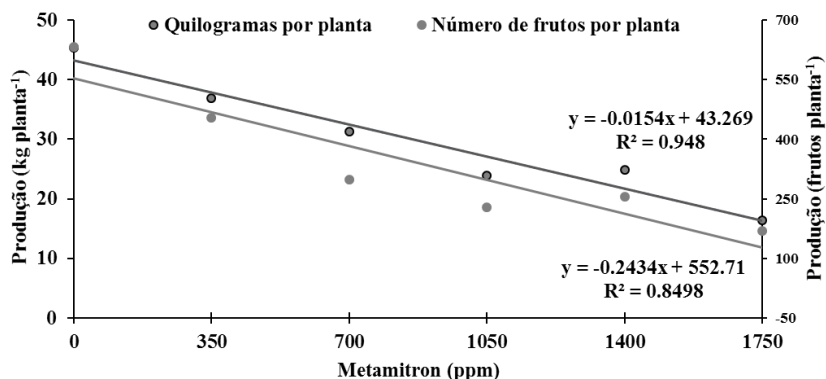
**Figura 5** – Número de frutos por inflorescência após raleio em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

Com o aumento da concentração (ppm) de metamitron foi observado significativa redução na produção (kg planta<sup>-1</sup> e frutos planta<sup>-1</sup>) (Figura 6). Da mesma forma Brunner, (2014), trabalhando com concentrações de 0, 247,5; 495; 742,5 e 990ppm de metamitron aplicadas em frutos com 8 mm de diâmetro, em macieiras ‘Golden Delicious’, observou que a diminuição da produção por planta foi proporcional ao aumento da concentração, sendo que as plantas tratadas com 990ppm tiveram uma diminuição na produção por planta de 8,5% e 35,8% menos frutos em relação as plantas não tratadas. No entanto Mcartney; Obermiller (2014) chamam a atenção para a possibilidade de queda excessiva de frutos dependendo da concentração e da fase de aplicação de metamitron.

**Figura 6** – Produção (kg planta<sup>-1</sup> e frutos planta<sup>-1</sup>) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

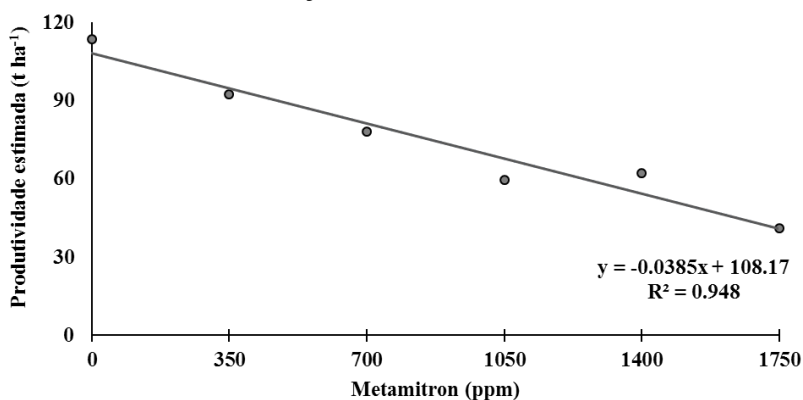


Fonte: Produção do próprio autor

Cuidados devem ser tomados com relação a concentrações acima de 700 ppm, visto que essas podem causar queda demasiada de frutos e conseqüentemente reduzir drasticamente a produtividade do pomar. Raleio excessivo de frutos também foi observado por Petri et al (2013) em

macieiras ‘Maxigala’ tratadas com 800 ppm de metamitron. Considerando uma produtividade de 50t ha<sup>-1</sup> adequada, o tratamento controle (sem aplicação – 0ppm) apresentou 113,6t ha<sup>-1</sup>, considerada excessiva e a concentração 1750ppm produção insuficiente, evidenciando raleio excessivo. As concentrações 700ppm, 1050ppm e 1400ppm foram as que mais se aproximaram da expectativa de produção, com 78,1t ha<sup>-1</sup>; 59,7 t ha<sup>-1</sup> e 62,3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 7).

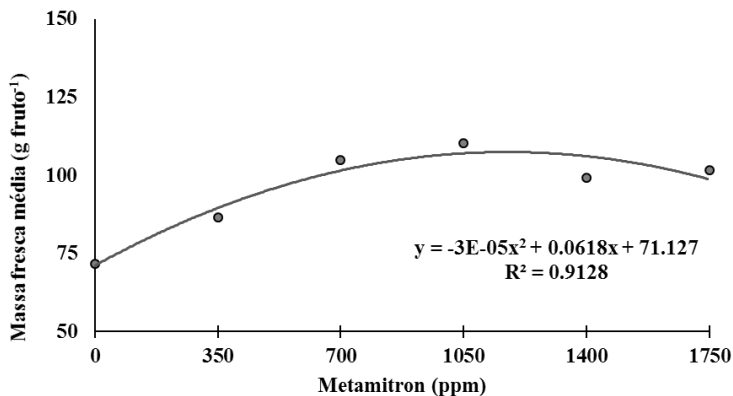
**Figura 7** – Produtividade estimada (t ha<sup>-1</sup>) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

A massa fresca média dos frutos (g) aumentou com a elevação das concentrações de metamitron até determinado ponto (Figura 8). Foram obtidos frutos com maior massa fresca em concentrações entre 1050 e 1400 ppm, sendo que nesta faixa a produção e número de frutos planta também proporcionam uma boa produtividade no pomar. Brunner, (2014) também observou aumento da massa fresca de frutos de macieira ‘Golden Delicious’ tratadas com metamitron.

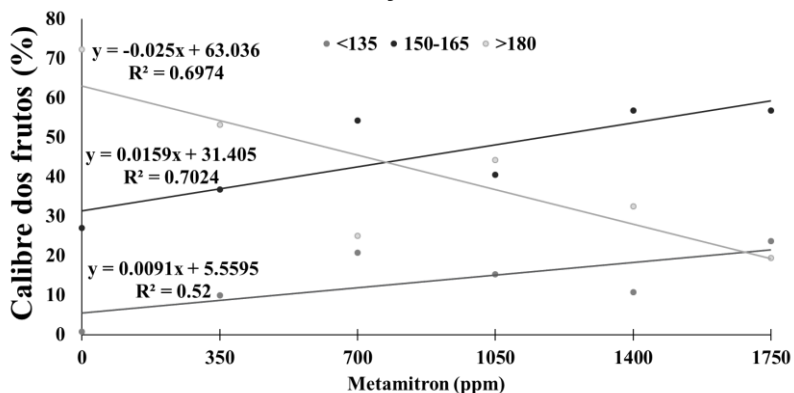
**Figura 8** – Massa fresca média dos frutos (g) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

A medida que se aumentou a concentração (ppm) de metamitron, foi observado acréscimo na porcentagem de frutos nas categorias de maior calibre (<135 e 150 – 165) e redução da porcentagem de frutos na categoria dos frutos menores (>180) (Figura 9). Essa melhor distribuição dos frutos em categorias de melhor aceitação comercial e maior tamanho de frutos, também foi relatada por Stern (2014). Esse resultado é de grande importância para o setor produtivo, visto que o maior tamanho aliado a boa qualidade dos frutos garantem maior retorno econômico.

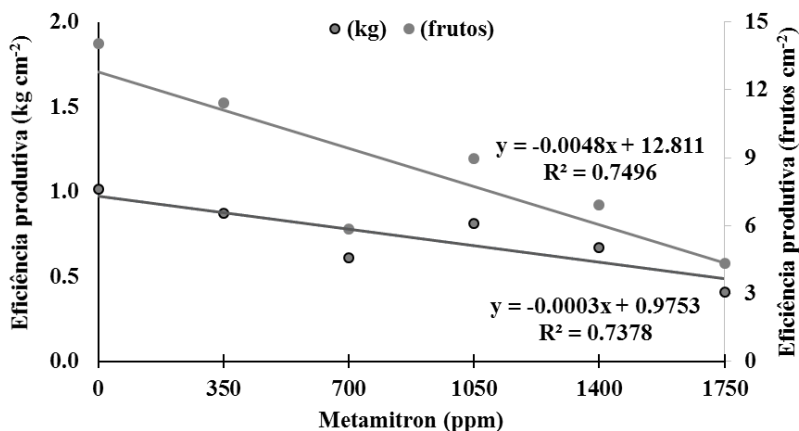
**Figura 9** – Distribuição dos frutos por escala de calibres (%), <135 (>141 g); 136-165 (105 a 141 g); e >180 (≤ 104 g), de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

Por sua influência direta na redução do número de frutos por planta, o aumento da concentração de metamitron pode diminuir a eficiência produtiva do pomar (BRUNNER, 2014). Os resultados desse ensaio mostraram que com o aumento da concentração (ppm) promoveu redução na eficiência produtiva, tanto em  $\text{kg cm}^{-2}$ , quanto em frutos  $\text{cm}^{-2}$  (Figura 10). O número de frutos por  $\text{cm}^{-2}$  de área da secção transversal do tronco foi reduzido gradativamente em relação as plantas não tratadas (0,0 ppm), sendo esta redução de 18,7% (350); 58,3% (700); 36,3% (1050); 50,7% (1400) e 69,3 (1750). Esta informação está de acordo com as relatadas por Greene (2014), que observou significativa redução do número de frutos por  $\text{cm}^{-2}$  em plantas de macieira ‘CandyCrisp’ tratadas com concentrações crescentes de metamitron.

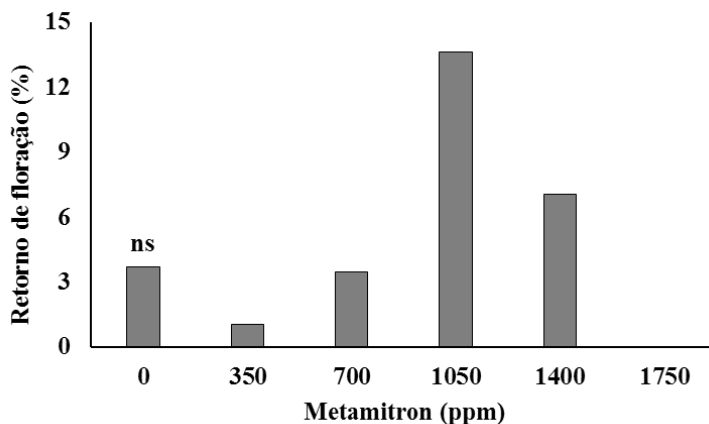
**Figura 10** – Eficiência produtiva ( $\text{kg cm}^{-2}$  e frutos  $\text{cm}^{-2}$ ) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

Não houve diferença significativa no retorno de floração, entre plantas tratadas e plantas não tratadas para as concentrações testadas (Figura 11). Stern (2014) relata, também, que não foram observadas diferenças na florada posterior entre plantas tratadas com metamitron e plantas não tratadas. Já Brunner (2014) também observou grande variabilidade entre cultivares, concentrações épocas de aplicação de aplicação.

**Figura 11** – Retorno de floração (%) em plantas de macieira ‘Baronesa’ tratadas com diferentes concentrações de Metamitron (ppm), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

Neste momento, surgem dúvidas a respeito das possíveis interferências causadas pelo produto no retorno de floração para o ano seguinte, visto que este é um fator limitante da produção futura. Estudos mais aprofundados devem ser realizados para avaliar essas possíveis alterações causadas pelo metamitron na diferenciação de gemas e indução floral para o ano posterior a aplicação do produto.

## 2.4 CONCLUSÃO

Houve redução do número de frutos por planta devido pela pulverização de metamitrom às macieiras, nos três experimentos.

### Experimento 1:

Metamitron (350 ppm) aplicado em estágio Queda das Pétalas causa maior redução no número de frutos por planta e aumento da massa dos fruto e da incidência de frutos de maior calibre que metamitron aplicado tardiamente, quando os frutos apresentam diâmetro superior a 10 mm.

A frutificação efetiva, a produtividade e a eficiência produtiva não variaram em função da época de aplicação do Metamitron a 350 ppm.

O retorno a floração das plantas tratadas com Metamitron no estágio Queda das Pétalas e quando os frutos apresentam diâmetro superior a 20 mm é maior que aquele das plantas tratadas com Metamitron quando os frutos apresentam diâmetro entre 5 e 15 mm.

### Experimento 2:

A frutificação efetiva foi reduzida e a queda de frutos foi aumenta em macieira 'Fuji Suprema' pelo tratamento metamitrom em apenas um (2013) dos dois anos do estudo.

A mistura de Metamitrom na dose de 350 e Benziladenina (0,8 ppm) não reduziu o número de frutos por planta embora tenha reduzido a frutificação efetiva e aumentado o tamanho médio dos frutos em relação ao tratamentos Metamitrom isolado na dose 350 ppm. Esse efeito da mistura de Metamitrom e Benziladenina foi contrário ou não ocorreu quando a dose de Metamitrom foi 700 ppm.



A mistura de metamidrom (350 ou 700 ppm) e benziladenina (0,8 ppm) não aumentou a percentagem de queda de frutos em relação ao tratamento Metamidrom isolado, nas doses de 350 ou 700 ppm.

A queda de frutos induzida pelo metamidrom aplicado em 2013 independeu da dose e da mistura com benziladenina. Mas, a redução do número de frutos por planta ocorreu apenas para os tratamentos metamidrom 350 ou 700 ppm e metamidrom 350 ppm + benziladenina.

A redução da frutificação efetiva e o aumento da massa média dos frutos, no 1º ano, ocorreu apenas pelos tratamentos metamidrom a 700 ppm ou metamidrom 350 ppm + benziladenina.

Aumento da incidência de maçãs de maior calibre pelo metamidrom foi observado na dose de 700 ppm independentemente da mistura com benziladenina e na dose de 350 ppm se misturado com benziladenina.

Metamidrom não alterou o retorno a floração independentemente da dose e da mistura com benziladenina.

### Experimento 3:

A frutificação efetiva foi reduzida/não foi afetada?

O número de frutos por planta, a produtividade e a eficiência produtiva reduzem enquanto a queda de frutos aumenta linearmente com o aumento da dose de até 1750 ppm de Metametron, em macieiras 'Baronesa'.

A incidência de maçãs Baronesa de maior calibre, com massa superior a 141 g, aumenta linearmente com o aumento da dose de até 1750 ppm de metametron embora a massa média das maçãs baronesa aumente com o aumento da dose de até 700 ppm de metametron.



## **CAPITULO 3 – BALANÇO DO CONTEÚDO FOTOSSINTÉTICO DE PLANTAS DE MACIEIRA TRATADAS COM METAMITRON**

### **RESUMO**

As plantas de macieira normalmente apresentam intensa florada e, por conseguinte, grande frutificação efetiva, sendo necessária a retirada de parte dos frutos da planta, para evitar a alternância de produção e melhorar as características dos frutos. O raleio químico é recomendado, pois permite fazer a retirada dos frutos excedentes no momento adequado, melhorando a qualidade final dos frutos. No entanto, a disponibilidade de produtos com ação raleante é limitada, devido a toxicidade e efeito residual dos mesmos. Os frutos, durante o seu desenvolvimento, constituem-se como os principais drenos dos produtos finais da fotossíntese. A interrupção ou diminuição da fotossíntese pode ocasionar a queda de frutos, por competição fruto a fruto. Contudo, o retorno e a manutenção das taxas normais de fotossíntese são necessários para continuidade do desenvolvimento da planta e garantia da produção. O inibidor da fotossíntese metamitron foi relatado recentemente como efetivo para raleio de pós floração em macieira. No entanto, informações sobre o período necessário para que a macieira retome sua atividade fotossintética normal após a aplicação do produto são poucas. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes concentrações de metramitron, na taxa fotossintética (A), índice de clorofila (SPSD), taxa de crescimento (%) e queda de frutos (%), bem como avaliar seu período de atividade nas plantas de macieira. O estudo foi conduzido, em pomar experimental, no município de Caçador, SC, na safra 2014/2015. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 6, com quatro tratamentos e cinco repetições de uma planta, sendo o fator concentração de metamitron em quatro níveis (0ppm, 350ppm, 700ppm e

1050ppm) e o fator tempo em seis níveis (0, 1, 2, 3, 6 e 8 dias após a aplicação). Independentemente da cultivar ou concentração de metamitron aplicada, não se observou redução do número de frutos por planta, portanto, metamitron não é efetivo como raleante de frutos com calibre acima de 20mm de diâmetro. O metamitron reduziu a taxa de crescimento dos frutos (%) da macieira ‘Maxigala’, porém esta redução persiste além dos 21 dias após a aplicação. O princípio ativo metamitron promove uma redução da taxa de fotossíntese nos primeiros dias após a aplicação, que se normaliza a partir do oitavo dia, em macieiras ‘Maxigala’ e ‘Fuji Suprema’.

Palavras chave: *Malus doméstica*, fotossíntese, crescimento dos frutos.

## ABSTRACT

### CONTENTS BALANCE OF APPLE PHOTOSYNTHETIC PLANTS TREATED WITH METAMITRON

The apple plants flowering normally exhibit intense and therefore, large fruit set, necessitating the removal of the fruits of the plant to prevent the production and improving switching characteristics of the fruit. The chemical thinning is recommended as it allows the removal of surplus fruit at the right time, improving the final quality of the fruit. However, the availability of products with raleante action is limited due to toxicity and residual effects thereof. The fruits during their development are formed as the main drains of the end products of photosynthesis. The interruption or reduction of photosynthesis can cause fruit drop, by competing fruit to fruit. However, the return and the maintenance of normal photosynthesis rates are needed for continuity of plant development and guarantee of production. The inhibitor

metamitron photosynthesis was recently reported as effective for post bloom thinning in apple. However, information on the time required for the Apple resume its normal photosynthetic activity after application of the product are few. The objective of this study was to evaluate the influence of different concentrations of metramitron, photosynthetic rate (A), chlorophyll index (SPSD), growth rate (%) and fruit drop (%), and assess his period of activity in apple plants. The study was conducted in an experimental orchard in Caçador County, SC, in the 2014/2015 harvest. The experimental design was randomized blocks in a factorial 4 x 6, with four treatments and five replications of one plant with the metamitron concentration factor at four levels (0 ppm, 350ppm, 700ppm and 1050ppm) and the time factor in six levels (0, 1, 2, 3, 6 and 8 days after application). Regardless of the cultivar or concentration of metamitron applied, there was no reduction in the number of fruits per plant, so metamitron is not effective as raleante fruits with a caliber greater than 20mm in diameter. The metamitron reduced the growth rate of fruits (%) of apple 'Maxigala', however, this reduction persists beyond 21 days after the active principle metamitron aplicação. O promove a redução na taxa de fotossíntese nos primeiros dias após aplicação, que normaliza a partir do oitavo dia em maçãs 'Maxigala' and 'Fuji Suprema'.

**Key words:** *Malus domestica*, photosynthesis, fruit growth.

### 3.1 INTRODUÇÃO

As plantas de macieira normalmente apresentam intensa florada e, conseqüentemente, grande frutificação efetiva, sendo necessária a retirada de parte dos frutos da planta, a fim de evitar a alternância de produção e melhorar a coloração e calibre dos frutos (COSTA et al., 2013). Segundo Costa et al. (2006), o raleio químico é uma das técnicas mais utilizadas,

pois permite a retirada dos frutos excedentes no momento adequado, melhorando a qualidade final dos frutos.

Nas condições climáticas do Sul do país, o raleio químico da macieira em pós-floração é o mais indicado, pois as condições climáticas são muito variáveis de um ano para outro. Sendo assim, essas variações climáticas podem influenciar a polinização e fertilização e, conseqüentemente, ocorrer uma redução dos índices de frutificação. Deste modo, quando ocorre uma elevada frutificação efetiva, o uso do raleio químico é de grande importância, devido a necessidade de reduzir o número de frutos por planta (PETRI et al., 2006).

No entanto, há uma grande limitação quanto a disponibilidade de reguladores de crescimento com ação raleante, principalmente em regiões de cultivo sob rigorosos controles regulamentares de uso devido, principalmente, a toxicidade e efeito residual. O Carbaryl foi utilizado durante algum tempo, de forma individual ou misturado com outros produtos com ação raleante. No entanto, por se tratar de um inseticida de elevada toxicidade, deixou de ser comercializado, deixando o setor produtivo sem um produto similar (LAFER, 2010). Deste modo, o desenvolvimento de novos produtos ambientalmente seguros e com grande eficiência, como a Benziladenina, é almejado (COSTA et al., 2004).

Alguns relatos recentes sobre a atividade de raleio de frutos em macieira, por inibidores da inibição da fotossíntese como o metamitron foram feitos (Lafer, 2010; Basak, 2011). As folhas são os principais órgãos fonte de assimilados transportados para meristemas, sementes, raízes e frutos por ZHOU; QUEBEDEAUX, 2003, IQBAL et al., 2012.

Reginato et al., (2012) identificaram em seus estudos que o metamitron (inibidor da fotossíntese) tem grande potencial raleante, pois quando aplicado no período de queda de pétalas e frutos com 10mm, na cultivar de macieira

‘Brookfield’, apresentou resultados similares aos de ANA, Benziladenina e Carbaryl. Conforme estudos realizados por Lafer (2010), quando aplicado Metamitron em frutos pequenos de macieira ‘Elstar’, este não causou qualquer dano foliar, formação de frutos pigmeus, má-formação de frutos e russetting. O produto exibiu atividade de raleio quando aplicado em frutos de macieira no estágio de 10mm a 12 mm de diâmetro (BASAK, 2011), ou ainda, em frutos de maior calibre, maiores que 18mm, em macieira ‘Gala’. Esse efeito pode ser potencializado quando associado a outros raleantes já utilizados (MCARTNEY; OBERMILLER, 2012).

Nas condições climáticas brasileiras, mais especificamente na região Sul do Brasil, as informações sobre o uso de metamitron como produto para raleio químico de frutos de macieira são escassas. Porém, alguns estudos já vem sendo desenvolvidos objetivando avaliar a eficiência deste produto no raleio de frutos. Segundo Petri et al (2013) a aplicação de metamitron ou metamitron + BA foi eficiente no raleio de frutos nas cultivares Fuji Suprema, MaxiGala e Fred Hough, apresentando potencial para compor o programa de raleio químico de macieiras em substituição ao carbaryl. Porém a aferição de concentrações e identificação de épocas de aplicação adequadas bem como de possíveis misturas de produtos, ainda são necessárias para a otimização da eficiência do produto no raleio de frutos.

Durante o seu desenvolvimento os frutos constituem-se como os principais drenos dos produtos finais da fotossíntese (ZHOU; QUEBEDEAUX, 2003). A sua interrupção ou diminuição, pode ocasionar a queda dos frutos por competição fruto a fruto, o que alicerçou o interesse de investigar cientificamente o uso do metamitron para fins de raleio. Contudo, o retorno e a manutenção das taxas de fotossíntese são necessários para continuidade do desenvolvimento da planta e garantia da produção.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta da aplicação diferentes concentrações de metramitron, na taxa fotossintética, índice de clorofila, taxa de crescimento e queda de frutos, de macieira ‘Fuji Suprema’ e ‘MaxiGala’.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos em pomar experimental localizado no município de Caçador, SC (latitude 26°46’S, longitude 51° W, altitude 960 metros), na safra 2014/2015. O clima dessa região caracteriza-se como temperado constantemente úmido, com verão ameno, conforme a classificação de Köppen, do tipo “Cfb”. Segundo EPAGRI/CIRAM (2014), o acúmulo de frio durante o período de abril a setembro de 2014 foi de 932 unidades de frio, estimadas pelo modelo Carolina do Norte modificado.

Foram utilizadas macieiras das cultivares Fuji Suprema e MaxiGala com sete anos de idade, enxertadas sobre porta enxerto M9 com densidade de plantio de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 6, com quatro tratamentos e cinco repetições de uma planta, sendo o fator concentração de metramitron em quatro níveis (0ppm, 350ppm, 700ppm e 1050ppm) e o fator tempo em seis níveis (0, 1, 2, 3, 6 e 8 dias após a aplicação).

Os tratamentos foram aplicados no dia 11/11/2014, quando a maior parte dos frutos apresentavam diâmetro de 20 a 25mm .

As variáveis analisadas foram: taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci), temperatura foliar (Tf); Índice de clorofila (SPAD); frutificação e; taxa de crescimento do fruto (%).



Trocas gasosas: foram determinadas para em folhas maduras e expandidas de brindilas expostas ao sol, localizadas no terço médio das plantas com auxílio analisador portátil de CO<sub>2</sub> a infravermelho (IRGA) (LI-6400, LICOR, Inc., Lincoln, NE, USA). A concentração de CO<sub>2</sub> e a densidade do fluxo de fótons foram mantidas fixas para todas as análises em de 380 mol mol<sup>-1</sup> e 1.400 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente. As leituras foram realizadas entre as 10h00min e às 11h30min.

Índice de clorofila (SPAD): Foram identificados 05 ramos no terço médio de cada planta e nestes, duas folhas totalmente expandidas. A variável considerada foi o índice de clorofila (SPAD). As leituras foram feitas no dia da aplicação dos tratamentos e posteriormente a cada dois dias. Para tal, se utilizou de um clorofilômetro portátil (SPAD-502, Minolta, Japão).

Frutificação efetiva: foi identificada uma ramificação lateral em cada planta para avaliação do número de frutos por inflorescência antes da aplicação dos raleantes e aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos; queda de frutos (%) obtida pela relação do número final de frutos pelo número inicial ([número de frutos remanescentes/número de total frutos] x100).

Taxa de crescimento dos frutos (%): foram marcados cinco frutos por planta, previamente identificadas, sendo mensurado semanalmente o diâmetro equatorial dos frutos com um paquímetro. A porcentagem de crescimento dos frutos foi obtida pela diferença de diâmetro em relação a primeira data de avaliação.

A análise estatística dos dados foi feita através da análise da variação (ANAVA) e comparação de médias através do teste de Scott-Knott e pela análise de regressão polinomial. O nível mínimo de probabilidade de erro adotado, para todos os testes, foi de 5%. Os procedimentos de análise foram

realizados por meio do programa computacional Sisvar, versão 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010). Os dados em porcentagem foram transformados para: arco seno ( $\sqrt{(x/100)}$ ).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cultivar Fuji Suprema foi evidenciada interação significativa entre os fatores concentração de metamitron e tempo após a aplicação sobre a taxa fotossintética, enquanto que para macieira ‘Maxigala’ apenas o efeito simples do fator concentração de metamitron foi significativo (Tabela 11).

**Tabela 11** – Quadro de análise da variação da taxa de assimilação líquida (A) ou taxa fotossintética de plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ e ‘Maxigala’ submetidas a diferentes concentrações de Metamitron, Caçador, SC, 2015.

Fonte de variação	Taxa fotossintética	
	Fuji	Gala
	Quadrado médio	
Metamitron (M)	70,424**	56,815**
Tempo (T)	17,243*	11,516ns
M x T	11,893*	6,887ns
Bloco	12,746ns	21,554**
Erro	5,875	4,764
Média	14,47	13,97
CV (%)	16,76	15,63

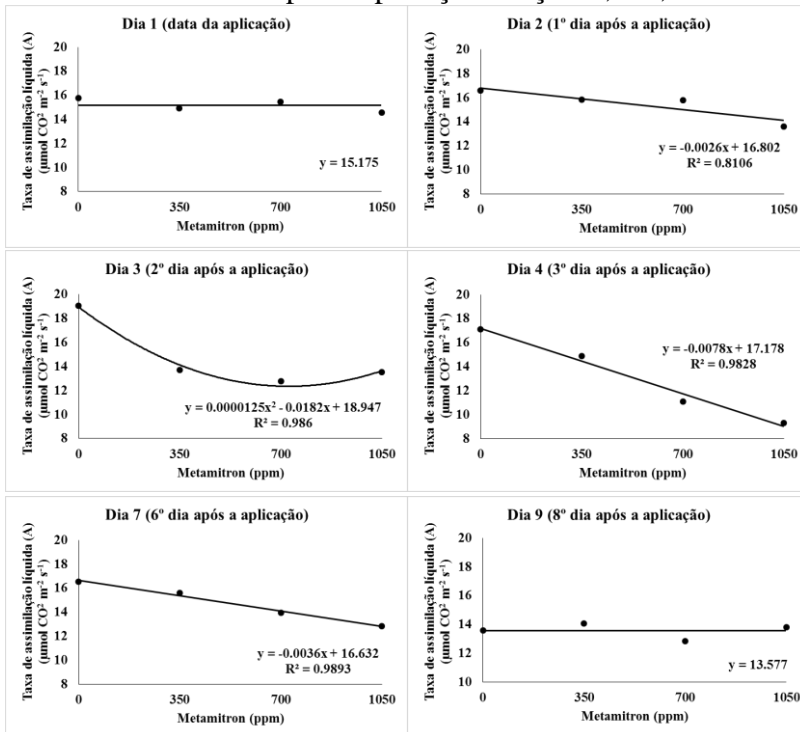
\*\*, \* significativo a 5 e a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

Independentemente da concentração de metamitron aplicada se observou redução da taxa fotossintética em ambas as cultivares de macieira avaliadas. Para macieiras ‘Fuji Suprema’ o uso de metamitron em concentrações superiores a

350 ppm determinou redução da taxa fotossintética já no primeiro dia após a aplicação (Figura 12). A máxima redução da taxa fotossintética foi observada ao terceiro dia após a aplicação de 1050 ppm de metamitron, com diminuição de 45,7% da taxa líquida de assimilação de CO<sub>2</sub> em relação às plantas não tratadas. Ao oitavo dia após a aplicação de metamitron não foi observada diferença entre tratamentos com metamitron e tratamento-testemunha quanto a taxa fotossintética. De acordo com McCartney e Obermiller (2012), o metamitron altera o aparato fotossintético por 7 a 10 dias após a sua aplicação, reduzindo as taxas de transporte de elétrons em até 60%.

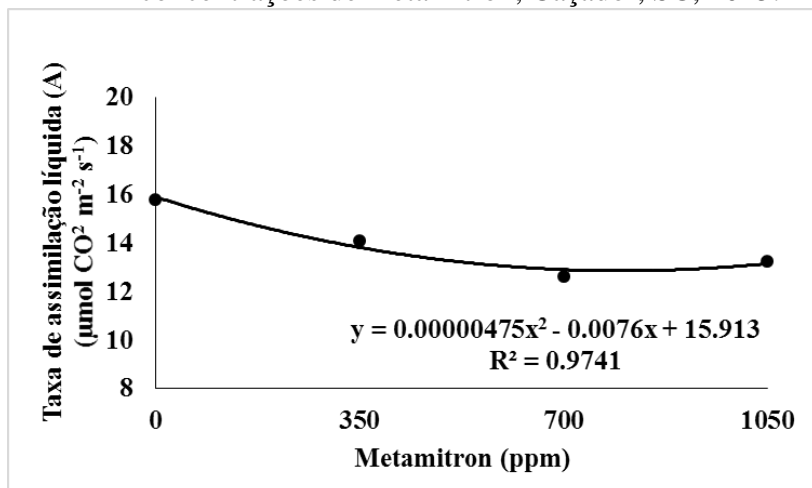
Já para macieiras Maxigala, a resposta ao uso do metamitron sobre a taxa fotossintética foi a mesma ao tempo cação, sendo verificada redução da taxa de assimilação líquida de metamitron determinou redução da taxa fotossintética até o oitavo dia (Figura 13). A máxima redução da fotossíntese foi evidenciada na dose de 800 ppm de metamitron (ponto de máxima =  $-b/2a$ ), com redução de 19,55% em relação às plantas-testemunhas. A maior magnitude da redução da taxa de fotossintética em resposta ao uso de metamitron evidenciada na cultivar Fuji Suprema em relação a Maxigala, indica que uma maior sensibilidade ao produto na cultivar Fuji Suprema.

**Figura 12** – Taxa fotossintética (taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>) (A) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em folhas de macieiras ‘Fuji Suprema’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron, mensurada até o oitavo dia após a aplicação. Caçador, SC, 2015.



Fonte: Produção do próprio autor

**Figura 13** – Taxa fotossintética ou taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em macieiras ‘Maxigala’ oito dias após a aplicação de diferentes concentrações de metamitron, Caçador, SC, 2015.



Fonte: Produção do próprio autor

A maior sensibilidade ao princípio ativo metamitron, observada na cultivar Fuji Suprema, pode estar relacionada com os maiores valores do índice de clorofila (SPAD) observados, que foram em média, 9,6% maiores que os observados em ‘Maxigala’, independentemente da concentração utilizada (Tabela 14).

**Tabela 12** – Índice médio de clorofila (SPAD) em macieiras ‘Maxigala’ e ‘Fuji Suprema’ tratadas com diferentes concentrações de Metamitron, Caçador, SC, 2015.

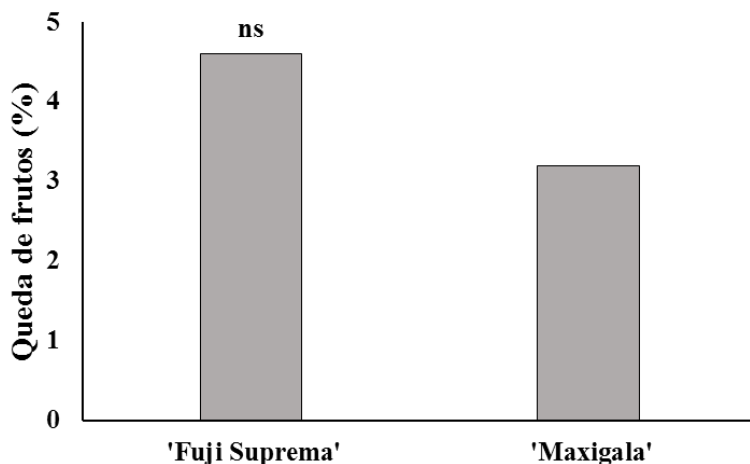
<b>Cultivar</b>	<b>Índice médio de clorofila (SPAD)</b>
<b>Fuji Suprema</b>	52,9 a
<b>Maxigala</b>	47,8 b
<b>CV (%)</b>	9,2

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação.

A condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e temperatura foliar (Tf) (°C) não foram afetadas pelo metamitron, indiferente da sua concentração e cultivar (dados não apresentados).

Não se observou redução do número de frutos por planta em ambas as cultivares, indiferentemente da concentração de metamitron aplicada (Figura 14). Isto pode estar relacionado com a época de aplicação tardia, que neste caso foi realizada quando os frutos já haviam atingido 25 mm de diâmetro. Reginato et al. (2012) relataram que metamitron aplicado no período de queda de pétalas e frutos com 10 mm, na cultivar de macieira ‘Brookfield’, promove raleio de frutos similares aos de ANA, Benziladenina e Carbaryl. Lafer (2010) comprovou eficiência do produto no raleio de frutos de macieira, quando este aplicado em frutos pequenos até 10mm ou mesmo em frutos maiores, com diâmetro entre 10 e 18mm de diâmetro (BASAK, 2011). Nas condições climáticas brasileiras, Petri et al (2014) constataram a eficiência do Metamitron no raleio de frutos de até 20 mm de diâmetro, na cultivar de macieira Fred Hough.

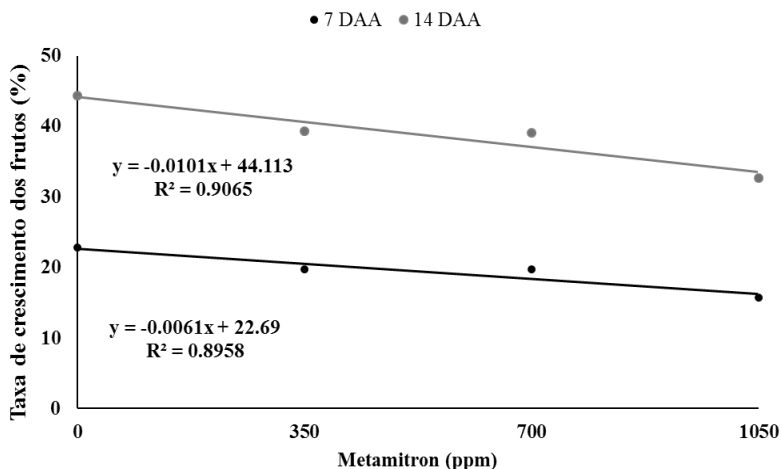
**Figura 14** – Queda de frutos (%) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron. Caçador, SC 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

Nas plantas de macieira ‘Maxigala’ tratadas com metamitron se observou redução na taxa de crescimento dos frutos com o aumento da concentração aplicada, a qual foi observada até o décimo quarto dia após a aplicação (Figura 15). No entanto, aos 21 dias após a aplicação de Metamitron, esta alteração na taxa de crescimento dos frutos (%) não foi mais observada. Já nas macieiras ‘Fuji Suprema’, não se observou nenhuma alteração no crescimento dos frutos, independentemente da concentração de metamitron aplicada.

**Figura 15** – Taxa de crescimento dos frutos (%) em macieiras ‘Maxigala’ tratadas com diferentes concentrações de metamitron aos 7 e 14 DAA (dias após a aplicação). Caçador, SC 2014.



Fonte: Produção do próprio autor

### 3.4 CONCLUSÃO

Aplicações foliares de metamitron em macieiras ‘Maxigala’ e ‘Fuji Suprema’ reduz a taxa de fotossíntese de forma proporcional a sua concentração.

O metamitron reduz a taxa de crescimento dos frutos da macieira ‘Maxigala’, porém esta redução não persiste além dos 21 dias após a aplicação.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam que o metamitron promove redução do número de frutos por planta, quando aplicado sozinho, ou em mistura com benziladenina.

Se aplicado no período de queda de pétalas (QP), ou frutos de 5 a 10mm de diâmetro melhora a distribuição dos frutos em categorias de maior calibre. Porém não é efetivo como raleante de frutos acima de 20mm de diâmetro. No entanto deve-se tomar cuidado com a concentração aplicada, pois, concentrações acima de 1050ppm podem causar raleio excessivo.

O princípio ativo metamitron promove uma redução da taxa de fotossíntese nos primeiros seis dias após a aplicação, em macieiras ‘Maxigala’ e ‘Fuji Suprema’.

Sendo assim, o princípio ativo metamitron pode ser uma importante alternativa para o raleio químico da macieira. Porém, maiores estudos são necessários para identificar possíveis interferências negativas do produto no retorno de floração (%) do ano seguinte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPM – Associação Brasileira de Produtores de Maçã.  
**ABPM**. 2014. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br>>. Acesso em 17 out. 2014.
- BASAK, A. Efficiency of fruitlet thinning in apple ‘Gala Must’ by use of metamidron and artificial shading. **Journal Fruit Ornamental Plant Res.** 19, 51–62, 2011.
- BLEICHER, J. Histórico da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 29-36.
- BONETI, J.I.S.; CESCO, J.D.; PETRI, J.L.; BLEICHER, J. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006, p.37-57.
- BOTTON, A., ECCHER, G., FORCATO, C., FERRARINI, A., BEGHELDO, M., ZERMIANI, M., MOSCATELLO, S., BATTISTELLI, A., VELASCO, R., RUPERTI, B., RAMINA, A.. Signaling pathways mediating the induction of apple fruitlet abscission. **Plant Physiol.** 2011. 155, p. 185–208.
- BRUNNER, P. Impact of metamidron as a thinning compound on apple plants. *Acta Hort.* (ISHS) 1042:173-181, 2014.
- BYERS, R.E.; COSTA, G.; VIZZOTTO, G. Flower and fruit thinning of peach and other *Prunus*. **Horticultural Review**, v. 28, p. 351-392, 2003.
- CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI. **A Cultura da Macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p. 113-168.
- CAMILO, A.P.; PEREIRA, A.J. Raleio de frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, p. 419-461, 2006.

CONEVA, E.D.; CLINE, J. Blossom thinners reduce crop load and increase fruit size and quality of peaches. **HortScience**, v. 41, p. 1596-1601, 2006.

COSTA, G.; BONANY, J.; CARBO, J.; CASALS, M.; STOPAR, M.; LAFER, G.; DORIGONI, A.; VIZZOTTO, G.; BOMBEN, C. Multilocation analysis of ats and ba thinning efficacy on 'Golden Delicious'. **Acta Horticulturae**, Toronto, v. 636, p. 303-310, 2004.

COSTA, G.; DAL CIN, V.; RAMINA, A. Physiological, molecular and practical aspects of fruit abscission. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 301-310, 2006.

DAL'SANT, S. R. Reguladores Vegetais na Frutificação e Produção da Macieira 'Imperial Gala'. [tese] Curitiba, 2013. p.48.

DECKERS, T., SCHOofs, H., VERJANS, W. Looking for solutions for chemical fruit thinning on apple. *Acta Hort.* (ISHS) 884:237-244, 2010.

DENARDI, F. Monalisa – Nova cultivar de macieira com múltiplas resistências a doenças e ao ácaro vermelho. **Jornal da Fruta**: caderno Especial do XI Enfrute. Fraiburgo, SC. 2009. p. 13-14.

DENNIS JR, F.G. The history of fruit thinning. **Plant Growth Regulation**, v.31, n.1, p.1-16, 2000.

DORIGONI, A. Apple Fruit thinning alternative in Northern Italy. **Compact Fruit tree**, v. 37, n.1, p. 26-29, 2004.

DUSSI, M.C.; GIARDINA, G.; REEB, P.; BERNARDIN F.; APENDINO, E. Fruit thinning effects in the apple cv. 'Royal Gala'. **Acta Horticulturae**, v. 727, p.401-408, 2006.

ECCHER, G., BOTTON, A., DIMAURO, M., BOSCHETTI, A., RUPERTI, B., RAMINA, A., Earlyinduction of apple fruitlet abscission is characterized by an increase of

bothisoprene emission and abscisic acid content. **Plant Physiol.** 2013. 161, p.1952–1969.

EPAGRI/CIRAM. **Monitoramento do frio.** Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em 29 out 2014.

FALLAHI, E.; GREENE, D.W. The Impact of Blossom and Postbloom Thinners on Fruit Set and Fruit Quality in Apples and Stone Fruits. **Acta Horticulturae**, v.884, p.179-187 2010.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statical Databases.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 18 set. 2014.

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

FIORAVANÇO et. al. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul:** análise e descrição varietal. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 60 p.

GABARDO, G. C.; PETRI, J. L.; SILVA, C. D. S.; COUTO, M. FENILI, C. L. Comprotamento fotosintetico de plantas de macieira tratadas com metमितron. In: Anais... XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Cuiabá-MG, 2014.

GREENE, D.W. Effects of repeated yearly application of chemical thinners on ‘McIntosh’ Apples. **HortScience**, v. 40, n.2, p.401-403, 2005.

GREENE, D.W. Use of metमितron alone and in combination with 6-benzyladenine for thinning APPLES. **Acta Hort. (ISHS)** 1042:167-172, 2014.

HUDINA, M.; ŠTAMPAR, F. Effect of Chemical and Hand Thinning on Quality and Quantity of Pear Fruits (*Pyrus communis* L.) cv. Williams. **Acta Horticulturae**, v. 800, p. 211-214, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados agregados: orçamentos familiares. Disponível em:[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006\\_segunda\\_apuracao/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006_segunda_apuracao/default.shtm) >. Acesso em: 25 nov. 2014.

JACKSON, J.E. **Biology of apples and pears**. Cambridge University Press, 487p., 2003.

LAFER, G. Effects of Chemical Thinning with Metamitron on Fruit Set, Yield and Fruit Quality of ‘Elstar’ **Acta Horticulturae**, v.884, p.531-536, 2010.

LINK, H. Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. **Plant Growth Regulation**, v.31, p.17-26, 2000.

MAAS, F. Thinning ‘Elstar’ Apple with Benzyladenine. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 415-422, 2006.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Maçã: Cenário da cadeia produtiva da maçã**. Informativo da Secretaria de Política Agrícola. n. 54. ano 6. v. 54. 2013.

MCARTNEY, S. J.; OBERMILLER, J. D. Use of 1-Aminocyclopropane Carboxylic Acid and Metamitron for Delayed Thinning of Apple Fruit. **HortScience**, v. 47, n. 11, p.1612-1616 November, 2012.

MCARTNEY, S.J.; OBERMILLER, J.D. Use of shading and the psii inhibitor metamitron to investigate the relationship between carbohydrate balance and chemical thinner activity in apples. **Acta Hort. (ISHS)** 1042:27-31, 2014.

MELAND, M. Response of ‘Victoria’ Plums to Chemical Bloom Thinning. **Acta Horticulturae**, v. 636, p.275-281, 2004.

NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Raleio. In: FACHINELO, J.C.; NACHTICAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura**

**Fundamentos e Práticas**, 2010. Disponível on line: [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura\\_fundamentos\\_pratica/8.1.htm](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/8.1.htm). Acesso em 05 mai. 2013.

PETRI, J. L.; COUTO, M.; GABARDO, G. C.;FRANCESCATTO, P. Época de aplicação e concentração de Metamitron no raleio químico da macieira ‘Fred Hough’. In: Anais. 11º Senafrut- Seminário nacional sobre fruticultura de clima temperado. **Revista Agropecuaria Catarinense** (Suplemento especial) v.27, n.2, p.133, 2014.

PETRI, J. L.; DENARDI, F.; SUZUKI, A. Epagri 405-Fuji Suprema: nova cultivar de macieira. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 48-50. 1997.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 048-056, Outubro 2011

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; GABARDO, G. C. Metamitron as a substitute of carbaryl on post blooming apple thinning. In: 12º International Symposium on Bioregulators in Fruit Production, 2013, Orlando. **Program of 12º International Symposium on Bioregulators in Fruit Production**. Orlando: PGRSA, 2013. v. 1. p. 23.

PETRI, J.L. Alternativas para o raleio químico da macieira. In: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 10, 2007, Fraiburgo, SC, **Anais...Caçador**: Epagri, v.1 (Palestras), 2007, p. 89-99.

PETRI, J.L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.229-260, 2006.

PETRI, J.L. LEITE, G.B.; BASSO, C. Chemical thinning of 'Fuji' apples growing in a mild winter climate. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 429-436, 2006.

PETRI, J.L.; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, 2008.

REGINATO, G.; OSORIO, H.; NAVARRETE, J. A single Metamitron spray thinning 'Brookfield Gala' apples as effectively as to a program of treatments based on NAA, Carbaryl and BA. In: 10<sup>th</sup> International Symposium on Orchard Systems, December, 2012, Programme & abstract book, Stellenbosch, South Africa, ISHS, v.1, 2012, p76.

REIGHARD, G.L.; OUELLETTE, D.R.; BROCK, K.H. Pre-bloom thinning of peach flower buds with soybean oil in South Carolina. **Acta Horticulturae**, v.727, p 345-351, 2006.

ROBINSON, T.L.; LAKSO, A.N. Between Year and Within Year Variation in Chemical Fruit Thinning Efficacy of Apple during Cool Springs. **Acta Horticulturae**, v. 636, p. 283-294, 2004.

ROBINSON, T.L.; LAKSO, A.N. Predicting chemical thinner response with a carbohydrate model. **Acta Hort.** (ISHS) 903:743-750, 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.

SCHRÖDER, M.; BANGERTH, F. The possible 'mode of action' of thinning bioregulators and its possible contribution to the understanding of 'thinning variability' in apples. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 437-444, 2006.

STERN R. A. The photosynthesis inhibitor metamitron is an effective fruitletthinner for 'Gala' apple in the warm climate of Israel. **Scientia Horticulturae** 178 163–167, 2014.

STOVER, E.; DAVIS, K.; WIRTH, F. Economics of fruit thinning: A review focusing on apple and citrus.

**HortTechnology**, v. 14, p. 282-289, 2004.

TROMP, J. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. **Plant Growth Regulation**, v. 31, p. 27-34, 2000.

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, p.240-266, 2005.

WERTHEIM, S.J.; WEBSTER, A.D. Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: TROMP, J.;

WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Fundamentals of**

**Temperate Zone Tree Fruit Production.** Backhuys

Publishers Leiden. The Netherlands., p. 267-294, 2005.

YUAN, R.; GREENE, D.W. Benzyladenine as a chemical thinner for McIntosh apples. I. Fruit thinning effects and

associated relationships with photosynthesis, assimilate

translocation, and nonstructural carbohydrates. **Journal of the**

**American Society for Horticultural Science**, v.125, p. 169–

176, 2000.