

## **ANATOMIA FOLIAR E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS EM PLANTAS DE MACIEIRA TRATADAS COM REGULADORES DE CRESCIMENTO**

### ***FOLIARY ANATOMY AND INCIDENCE OF DISEASES ON FLOOR PLANTS TREATED WITH GROWTH REGULATORS***

<sup>1</sup>Gentil Carneiro Gabardo, <sup>2</sup>Mariuccia Schilchting de Martin, <sup>3</sup>José Luiz Petri, <sup>4</sup>André Amarildo Sezerino, <sup>5</sup>Miriam Petrykowski, <sup>6</sup>Keli Cristina dos Santos

**Resumo:** A pomicultura tem grande expressão econômica na região Sul do Brasil, cerca de 95% da produção nacional. Esta atividade prioriza a qualidade dos frutos produzidos, e diversas práticas de manejo, como poda e raleio, são indicadas para melhorar a qualidade dos frutos. A demanda por mão de obra é alta, e o uso de reguladores de crescimento é uma ferramenta fundamental à redução do trabalho manual, visto que, promove alterações morfológicas, alterações no desenvolvimento e fisiologia das plantas. Informações sobre possíveis alterações no desenvolvimento de células estomáticas em folhas de plantas de macieira tratadas com redutores de crescimento ainda são escassas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação dos redutores de crescimento Prohexadione de Cálcio e Trinexapac-etil sobre a incidência de doenças foliares, bem como sobre o número e tamanho de estômatos presentes nas folhas de macieira. Observou-se que o uso de reguladores de crescimento, Prohexadione de Cálcio e Trinexapac-etil pode interferir na densidade estomática e também no tamanho dos estômatos ( $\mu\text{m}^2$ ). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos testados quanto a incidência de doenças foliares nesse ano agrícola. Maiores estudos a respeito das alterações morfológicas promovidas pela aplicação de redutores de crescimento ainda são necessários, visto que alterações na densidade

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo M.Sc. Produção Vegetal - UDESC (CAV) Lages, SC.

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma D. Sc. Produção Vegetal EPAGRI, Caçador, SC.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo M.Sc. Fruticultura EPAGRI, Caçador, SC.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo Doutor em Recursos Genéticos, Pesquisador EPAGRI, Caçador, SC.

<sup>5</sup>Bacharel em Agronomia UNIARP Caçador, SC.

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo M.Sc. Produção Vegetal Universidade Estadual do Centro Oeste.

Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa. ISSN 1982-2960 2526-4397.

Submetido: 18/08/2017 Avaliado: 27/09/2017.

Urcamp Bagé - RS, vol. 14, n.14, 2017.

estomática e tamanho dos estômatos podem influenciar diretamente as taxas fotossintéticas das plantas tratadas.

**Palavras chave:** *Malus doméstica*, reguladores vegetais, estômatos.

**Abstract:** *The pomiculture has great economic expression in the South region of Brazil, about 95% of the national production. This activity prioritizes the quality of the fruits produced, and several management practices, such as pruning and thinning, are indicated to improve fruit quality. The demand for labor is high, and the use of growth regulators is a fundamental tool to reduce manual labor, since it promotes morphological changes, changes in plant development and physiology. Information on possible changes in the development of stomatal cells in leaves of apple trees treated with growth promoters is still scarce. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of the Prohexadione Calcium and Trinexapac-ethyl growth reducers on the incidence of foliar diseases, as well as on the number and size of stomata present in the leaves of apple trees. It was observed that the use of growth regulators, Prohexadione of Calcium and Trinexapac-ethyl can interfere in the stomatal density and also in the size of the stomata ( $\mu\text{m}^{-2}$ ). No differences were observed among treatments tested for incidence of foliar diseases in this agricultural year. Further studies on the morphological changes promoted by the application of growth promoters are still necessary, since changes in stomatal density and stomata size may directly influence the photosynthetic rates of the treated plants.*

**Keywords:** *Malus domestica*, plant regulators, stomata.

## **INTRODUÇÃO**

A macieira tem grande expressão agrícola na região sul, sendo que os estados de Santa Catarina, com 1.859 produtores e Rio Grande do Sul, com 838 produtores, são responsáveis por cerca de 95,0% da produção total do país. No Brasil, a produção é limitada à 'Gala' e 'Fuji', com cerca de 90% das áreas (PETRI et al., 2011), cujos plantios estão localizados e restritos a regiões

de maior frio invernal. Existem mais de 7.500 plantações conhecidas de maçãs, resultando numa gama de características desejadas.

A qualidade da fruta é fundamental para o mercado atual, sendo que técnicas de manejo na produção tem por finalidade proporcionar frutos de maior qualidade ao consumidor. Em condições climáticas favoráveis o crescimento vegetativo da macieira pode se tornar demasiado, e isso pode refletir negativamente em vários aspectos morfológicos e fisiológicos da planta, como na redução da formação de gemas floríferas para o próximo ciclo e na qualidade dos frutos. O que se busca na fruticultura, é o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo. Enquanto certa quantidade de crescimento vegetativo é necessária para manter o vigor, para providenciar uma adequada área foliar e para a formação de novos pontos de frutificação, o desenvolvimento e a manutenção de ramos vigorosos e improdutivos é desnecessária e antieconômica (CAMILO, 2006).

Quando o crescimento vegetativo demasiado é antagônico a indução floral, além de reduzir a qualidade dos frutos produzidos, pois estes têm pouca exposição à luz. Assim, a poda e a condução da macieira visam, principalmente, estabelecer o equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo da planta, permitindo a entrada uniforme de luz nas suas diversas partes, facilitando as práticas culturais e controle de agentes patogênicos. (PEREIRA; PETRI, 2006; HOFFMANN et al., 2004a).

Por se tratar de uma cultura bastante estudada e de cultivo intensivo em muitas regiões, diversos reguladores de crescimento têm sido empregados na pomicultura, como ferramentas para reduzir a necessidade de trabalho manual, como por exemplo, a redução da poda. Os reguladores de crescimento podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Em alguns casos, o mecanismo de ação dos hormônios inicia-se com a união destes compostos com a proteína receptora na membrana plasmática, na sua superfície externa (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Quando aplicados em condições adequadas, afetam uma série de características nas plantas, como o alongamento dos ramos e,

consequentemente, a altura das plantas. Deve-se considerar que o efeito destes compostos é muito influenciado por diversos fatores, como temperatura, umidade relativa do ar, cultivar, vigor, frutificação efetiva, idade da planta, momento de aplicação, luz, entre outros (HOFFMANN, et al., 2004b). Essa redução no alongamento normalmente ocorre sem que haja redução no número de entrenós dos ramos. Também são observadas reduções na área foliar e aumento dos teores de clorofila, da espessura das folhas e do crescimento do sistema radicular. Os efeitos morfológicos são acompanhados por alterações no desenvolvimento e fisiologia das plantas, reduzindo o consumo de água, atrasando o processo de senescência e aumentando a resistência a estresses ambientais (FLETCHER et al., 2000). Todavia, informações sobre possíveis efeitos do uso de reguladores de crescimento na anatomia em folhas de macieira, como a densidade e área estomática ainda são escassas, visto a importância que o estômato tem sobre as trocas gasosas e eficiência do uso da água.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da aplicação dos redutores de crescimento Prohexadione de Cálcio e Trinexapac-etil, sobre a incidência de doenças foliares e o número e tamanho de estômatos presentes na face abaxial das folhas de macieira.

## **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). As plantas de macieira utilizadas neste estudo, foram da cultivar Castel Gala, com idade de 12 anos, enxertadas sobre porta enxerto Marubakaido com interenxerto de M9, conduzidas em sistema de líder central, em densidade de plantio de 2500 plantas por hectare. Durante o ciclo produtivo de 2016/2017, mais especificamente nos meses de agosto à novembro. Desde a implantação do experimento até o término da realização deste estudo, o pomar foi conduzido de acordo com as práticas de manejo recomendadas no sistema integrado de produção da macieira (SANHUEZA et al., 2006).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, com 8 tratamentos e 5 repetições. Sendo que cada repetição foi composta de uma planta. Os tratamentos testados foram os seguintes: 1) Testemunha (Não tratadas); 2) Trinexapac-etil 400 ppm na plena floração; 3) Trinexapac-etil 200 ppm com 10cm o ramo; 4) Trinexapac-etil 400 ppm com 30 cm o ramo; 5) Trinexapac-etil 200 ppm 30 cm o ramo; 6) Trinexapac-etil 200 ppm em plena floração; 7) Trinexapac-etil 400 ppm com 10 cm o ramo; 8) Prohexadione de Cálcio 330 ppm com 30 cm o ramo. Foram utilizados os produtos comerciais Moddus (Trinexapac-etil 250 g L<sup>-1</sup>) e Viviful (Prohexadione de Cálcio 275 g kg<sup>-1</sup>).

As variáveis analisadas foram: Incidência de doenças foliares; densidade estomática e tamanho de estômatos. Para avaliação da incidência de doenças foliares, foram marcadas cinco ramificações de crescimento anual (brindilas) e nestas foram contadas o número total de folhas e o número de folhas com sintomas de doença, obtendo-se assim, a porcentagem de folhas atacadas. As doenças foliares avaliadas durante o período desse estudo foram classificadas em três grupos de maior relevância: Mancha de Gala (*Colletotrichum* spp), Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) e outras manchas.

Para determinação da densidade de estômatos foram utilizadas duas folhas totalmente expandidas por planta. A partir de cada uma delas foi confeccionada uma lâmina com amostras da superfície abaxial, na primeira quinzena de novembro de 2016, usando a técnica de impressão com adesivo instantâneo universal (Superbonder<sup>®</sup>), descrita por Segatto (2004). Os registros foram realizados em dia ensolarados (entre 10:00h e 10:30h), sendo que todas as folhas destacadas se encontravam expostas à luz solar e inseridas na parte mediana de ramos do tipo brindila localizados no terço médio da planta.

Em laboratório as lâminas foram focalizadas a um aumento de 40x em microscópio óptico e capturadas imagens com auxílio do programa computacional Toup View<sup>®</sup>. A densidade de estômatos (estômatos mm<sup>2</sup>) e área média de estômatos (µm<sup>2</sup>) foi calculada a partir da contagem do número de estômatos de área conhecida, por imagem. Para o registro em fotografias foi usado o aumento de 40x.

O tamanho dos estômatos foi obtido a partir da mensuração das células estomáticas com auxílio da ferramenta “line” do programa computacional Toup View, com o qual foram analisadas todas as capturadas imagens capturadas.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), e quando verificada significância, procedeu-se à comparação de médias pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram executadas com o programa Sisvar v.5.6® (FERREIRA, 2010).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

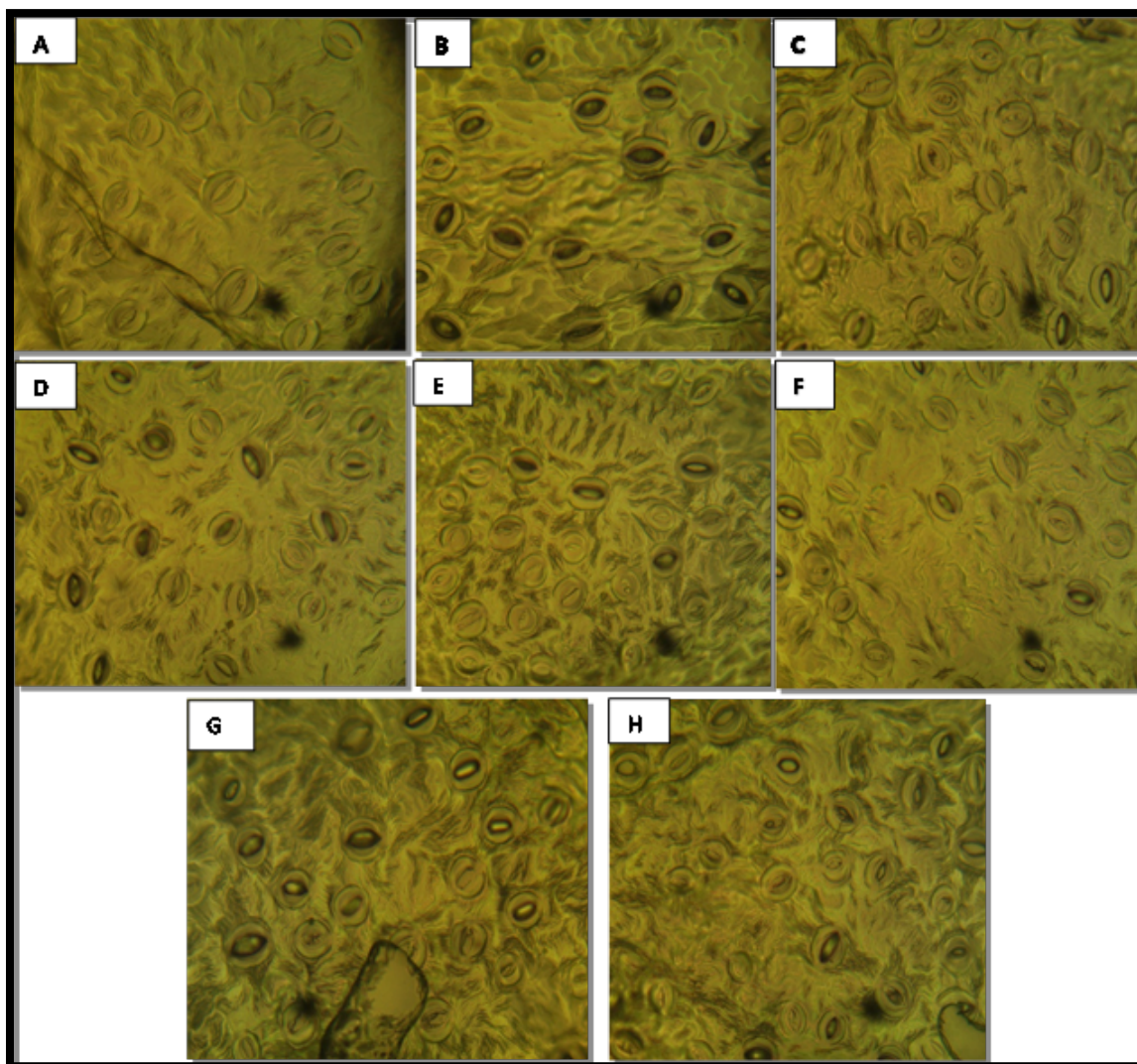
O uso de reguladores de crescimento Trinexpac-etil e Viviful Prohexadione de Calcio pode interferir na densidade estomática (estômatos  $\text{mm}^2$ ) e também na área média de estômatos ( $\mu\text{m}^2$ ), conforme Tabela 1. A aplicação de Prohexadione de Cálcio 330 ppm no momento em que a maioria dos ramos encontrava-se com 30 cm aumentou a densidade e o tamanhos dos estômatos, em comparação as plantas não tratadas (Testemunha). Por outro lado, foi observado que as plantas tratadas com Trinexpac-etil apresentaram grande variabilidade entre as doses e épocas testadas, mas com certa influência sobre os parâmetros avaliados.

Tabela 1: Número médio de estômatos (estômatos  $\text{mm}^2$ ) e Área média de estômatos ( $\mu\text{m}^2$ ) na face abaxial das folhas de macieiras ‘Castel Gala’ submetidas a diferentes tratamentos com redutores de crescimento. Caçador-SC, 2017.

Tratamentos	NME (mm <sup>2</sup> )	AME (µm <sup>2</sup> )
Testemunha (Não tratadas)	22,3 b	9046.3 a
Trinexapac-etil 400 ppm na plena floração	22,2 b	9804.0 a
Trinexapac-etil 200 ppm com 10cm	19,0 b	8436.5 b
Trinexapac-etil 400 ppm com 30 cm	23,5 a	7230.4 b
Trinexapac-etil 200 ppm 30 cm	26.3 a	7685.0 b
Trinexapac-etil 200 ppm em plena floração	24,9 a	10279.0 a
Trinexapac-etil 400 ppm com 10 cm	26,0 a	7133.8 b
Prohexadione de Cálcio 330 ppm com 30 cm	24,6 a	10834.4 a
Média	26,3	8806.2
CV (%)	15,2	18,5

\*NME: Número médio de estômatos; AME: Área média dos estômatos. Medias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade (P≤0,05).

A técnica de impressão de epiderme, permite a visualização nítida das células estomáticas, facilitando assim o seu estudo. Imagens feitas em microscópio ótico com lente objetiva de 40x estão apresentadas abaixo, na Figura 1.



**Figura 1** – Vista frontal da face abaxial (aumento 40x) de folhas de macieiras ‘Castel Gala’, imagens obtidas pela técnica de impressão de epiderme, A) Trinexapac-etil 400 ppm na plena floração; B) Trinexapac-etil 200 ppm ramos com 10cm; C) Trinexapac-etil 400 ppm ramos com 30 cm; D) Testemunha (Não tratadas); E) Trinexapac-etil 200 ppm ramos 30 cm; F) Trinexapac-etil 200 ppm em plena floração; G) Trinexapac-etil 400 ppm ramos com 10 cm; H) Prohexadione de Cálcio 330 ppm ramos com 30 cm. Caçador-SC, 2017.

Com relação a incidência de doenças foliares, não foram observadas diferenças entre os tratamentos testados (Tabela 2). No entanto, o encurtamento dos entrenós e a consequente redução do crescimento dos ramos obtidos pela aplicação dos redutores de crescimento refletem na redução da densidade do dossel da copa das plantas, favorecendo uma melhor



penetração de luz e dos produtos fitossanitários. Além disso, uma maior aeração das plantas também é obtida, que pode favorecer à menor ocorrência de pragas e doenças, diminuição dos trabalhos com poda em função da menor emissão de ramos ladrões nas plantas, melhor arqueamento dos ramos levando a melhor distribuição dos fotoassimilados, dentre outros fatores. Gabardo et al. (2014) também avaliaram a influência da aplicação desses redutores de crescimento em macieira ‘Castel Gala’ e ‘Fuji Suprema’, e não observaram redução na incidência de doenças foliares. Porém, o regulador do crescimento Trinexapac-ethyl promoveu redução da incidência (%) de frutos com sintomas de Sarna (*Venturia inaequalis*), quando aplicado no período de plena floração, na cultivar de macieira ‘Castel Gala’.

Tabela 2: Incidência de manchas foliares em macieiras ‘Castel Gala’ submetidas a diferentes tratamentos com redutores de crescimento, em duas datas de avaliação, Caçador-SC, 2017.

Tratamentos	14/out		04/nov		Outras manchas foliares
	S	MG	S	MG	
----- %-----					
Testemunha (Não tratadas)	0.0 <sup>ns</sup>	0.3 <sup>ns</sup>	0.0 <sub>ns</sub>	1.1 <sup>ns</sup>	1.7 <sup>ns</sup>
Trinexapac-etil 400 ppm na plena floração	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4
Trinexapac-etil 200 ppm com 10cm	0.0	0.0	0.0	1.1	1.9
Trinexapac-etil 400 ppm com 30 cm	0.0	0.3	0.0	2.2	3.1
Trinexapac-etil 200 ppm 30 cm	0.0	0.3	0.3	0.3	1.1
Trinexapac-etil 200 ppm em plena floração	0.0	0.0	0.2	0.7	1.4
Trinexapac-etil 400 ppm com 10 cm	0.0	0.6	0.0	2.3	2.8
Prohexadione de Cálcio 330 ppm com 30 cm	0.0	0.6	0.3	1.0	1.0
CV (%)	-	-	-	-	83,2

S: Sarna da macieira (*Venturia inaequalis* (Cke.)), MG: Mancha de Gala (*Colletotrichum* spp), ns: não significativo ao teste F ( $p>0,05$ ).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de reguladores de crescimento, Trinexpac-etil e Prohexadione-Calcio) pode interferir na densidade estomática e também no tamanho dos estômatos ( $\mu\text{m}^2$ ).

Maiores estudos a respeito de alterações morfológicas promovidas pela aplicação de redutores de crescimento ainda são necessários, visto que alterações na densidade estomática e tamanho dos estômatos, podem influenciar diretamente as taxas fotossintéticas das plantas tratadas. Tais alterações podem trazer benefícios as plantas, ou malefícios? A resposta à esta questão pode contribuir muito para as tomadas de decisão durante os tratamentos culturais da cultura da macieira.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAMILO, A. P. Reguladores de crescimento. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. p. 661-689.

CASTRO, P. R. de C.; VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

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

FLETCHER, R. A. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Horticultural Reviews, New York, v. 24, p. 55-138, 2000.

GABARDO, G. C.; PETRI, J. L.; COUTO, M.; FENILI, C. L.; SILVA, C. D. S.; SCHVEITZER, B. INCIDÊNCIA DE DOENÇAS EM PLANTAS DE MACIEIRA TRATADAS COM REGULADORES DE CRESCIMENTO. Revista Congrega Urcamp (CD-Rom), v. 10, p. 96, 2014.

HOFFMANN, A. et al. Produção de mudas e plantio. In: NACHTIGALL, G. R. Frutas do Brasil: maçã - produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004a. p. 54-62.

HOFFMANN, A. et al. Tratos culturais. In: NACHTIGALL, G. R. Frutas do Brasil: maçã: produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004b. p. 78-102.

PEREIRA, A. J.; PETRI, J. L. Poda e condução da macieira. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. p. 391-418.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.33, n. especial, p.48-56, 2011.

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

SEGATTO, B. F.; BISOGNIM, A. D.; BENEDETTI M.; COSTA, L. C. DA; RAMPELOTTO M. V.; NOCOLOSO, F.T., Técnica para anatomia de folha de batata. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, p1597-1601, 2004.