

CAROLINE DE FÁTIMA ESPERANÇA

**INDUÇÃO DA SENESCÊNCIA E ABCISÃO FOLIAR EM
MACIEIRAS COM A UTILIZAÇÃO DE ÁCIDO ABCÍSIKO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Dra. Andrea De Rossi Rufato

**LAGES/SC
2016**

Esperança, Caroline de Fátima
Indução da senescência e abscisão foliar em
macieiras com a utilização de ácido abscísico/
Caroline de Fátima Esperança. - Lages, 2016.

126 p.: il.; 21 cm

Orientador: Andrea De Rossi Rufato

Bibliografia: p.94

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. *Malus domestica* Borkh. 2. Abscisão de folha.
3. Dormência I. Esperança, Caroline de Fátima. II.
Rufato, Andrea De Rossi. III. Universidade do
Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Produção Vegetal. IV. Indução da
senescência e abscisão foliar em macieiras com a
utilização de ácido abscísico.

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

CAROLINE DE FÁTIMA ESPERANÇA

**INDUÇÃO DA SENESCÊNCIA E ABSCISÃO FOLIAR EM
MACIEIRAS COM A UTILIZAÇÃO DE ÁCIDO ABSCÍSICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca Examinadora:

Orientador: _____

Profa. Dra. Andrea De Rossi Rufato
Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado/
Vacaria-RS

Membro: _____

Professor PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Membro: _____

Dr. Fernando José Hawerth
Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado/
Vacaria-RS

Lages, 28 de março de 2016.

AGRADECIMENTOS

À minha família. Aos meus irmãos Robson e Andressa, em especial minha ‘mãe’, por sempre me incentivar, e quando necessário, cumprindo o papel de pai e, possibilitando-me conquistar este título de mestre, tão almejado.

Ao meu pai, pois, sei onde estiver estará muito orgulhoso e vibrando por essa conquista alcançada.

Ao meu namorado, Dr. André Amarildo Sezerino.

Ao Sr. José Luiz Petri, tio Petri, pela paciência, colaboração, inteligência, ensinamentos, todo suporte para concluir esta etapa. Companheiro de caminhada ao longo do curso. Eu posso dizer que a minha formação, inclusive pessoal, não teria sido a mesma sem a sua pessoa.

A minha orientadora Dra. Andrea De Rossi Rufato, pela paciência, orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Marcelo Couto.

Aos meus colegas Gentil, Cristhian e Poliana pela ajuda e todos os momentos de alegria.

A minha colega Karyne, fez o trajeto de Caçador a Lages, pelos momentos de descontração nas viagens.

A todos os pesquisadores da Estação Experimental de Caçador/EPAGRI em especial Bianca Schweitzer, Luiz Carlos Argenta, Mariuccia S. De Martin e Anderson Wamser, aos funcionários de campo, do escritório, da cozinha, estagiários, Margarete, Marise, Vera, Adelmo, Amanzine, Gersi, pelo profissionalismo e auxílio sempre que necessitei.

A minha amiga Deisyane Padilha, que sempre me incentivou nos momentos de desânimo.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, aos funcionários e professores do Centro de Ciências Agroveterinárias, que participaram de minha formação profissional e humana.

A FUMDES, pela concessão da bolsa.

Enfim, a todos, aqui citados ou não, que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

RESUMO

ESPERANÇA, Caroline de Fátima. **Indução da senescência e abscisão foliar em macieira com a utilização de ácido abscísico**. 2016. 126f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) - Universidade de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2016.

A macieira é uma fruteira de clima temperado de hábito caducifólio, ou seja, ocorre a queda das folhas no final do ciclo vegetativo. Esse processo fisiológico, conhecido como senescência e abscisão, é importante para a regularização do crescimento e desenvolvimento das plantas de macieira, sendo fundamental para o favorecimento da brotação e floração no ciclo seguinte. Em regiões de outono e inverno amenos, os processos de maturação e queda das folhas são retardados, podendo muitas vezes não ocorrer. Pela grande variabilidade das condições climáticas para cultivo da macieira, muitos questionamentos e hipóteses são formulados referentes à necessidade de realização da desfolha das plantas quando essa não ocorre naturalmente durante o outono. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes concentrações de ácido abscísico (ABA) em mudas de macieiras ‘Granny Smith’ e ‘Fuji Suprema’, e em plantas adultas em idade produtiva de ‘Daiane’ e ‘Fuji Suprema’ visando acompanhar os efeitos ecofisiológicos e da sua eficiência na indução da senescência das folhas, brotação, teores de nutrientes nos tecidos, relação C/N e produtividade. Os experimentos foram conduzidos, durante o outono, em pomar comercial de macieira em Fraiburgo, SC, e pomar experimental em Caçador, SC, nos anos de 2013 e 2014. Em plantas jovens de macieira o ABA foi

efetivo em promover a senescência das folhas. A aplicação exógena de ABA mostrou-se eficaz na senescência das folhas de plantas adultas das cultivares Daiane e Fuji Suprema. Percebeu-se maior sensibilidade ao tratamento com ABA, independentemente da concentração adotada, na cv. Daiane. A concentração de N nas folhas diminui oito dias após o tratamento com ABA em relação às plantas controle. O ABA antecipa o início das brotações e a plena floração.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Abscisão de folha. Dormência.

ABSTRACT

ESPERANÇA, Caroline de Fátima. **Leaf senescence induction in apple trees with abscisic acid.** 2016. 126f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) - Universidade de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2016.

The apple tree is a temperate fruit species with deciduous habit, where is observed the fall of the leaves at the end of the growing season. This physiological process is known as senescence, and is important for regulating the growth and development of apple plants, having a central role in the development of the buds and flowering in the next cycle. In regions with autumn and winter with mild temperatures, the processes of maturation and leaf fall are delayed and may not often occur. Due to the great variability of climatic conditions for apple cultivation, many questions and hypotheses are formulated on the need to carry out the defoliation of the plants when that does not occur naturally in the fall. The objective of this research was to evaluate the effects of different concentrations of abscisic acid (ABA) in young apple trees 'Granny Smith' and 'Fuji Suprema', and adult plants in productive age 'Daiane' and 'Fuji Suprema' aiming to follow ecophysiological effects of ABA on its efficiency in inducing senescence of leaves, budbreak, nutrient levels in tissues, C/N ratio and productivity. The experiments were conducted during the fall, in a commercial orchard of apple trees in Fraiburgo, SC and in a experimental orchard in Caçador, SC, in the years of 2013 and 2014. On apple young plants, ABA was effective in promoting the senescence of leaves. Exogenous application of ABA was effective in senescence of adult plants leaves of

'Daiane' and 'Fuji Suprema'. Was observed an increased sensitivity to treatment with ABA, regardless of concentration adopted in cv. Daiane. According with leaf analyzes, was noted that the N concentration in leaves decreases eight days after the treatment with ABA compared to control plants. The ABA anticipates the beginning of sprouting and full bloom.

Keywords: *Malus domestica* Borkh. Leaf abscission. Dormancy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Estádios fenológicos da macieira, segundo Fleckinger (1953) com modificações. (A): gema dormente; (B) gema inchada - ponta de prata; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (E) botão verde; (E2) botão rosado; (F) início da floração; (F2) plena floração; (G) final da floração; (H) queda de pétalas; (I) frutificação efetiva; (J) frutos verdes com 10mm de diâmetro.....50
- Figura 2 - Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) No outono de 2013 o experimento foi realizado em um viveiro comercial em Fraiburgo, SC; B) No outono de 2014 o experimento foi realizado em um pomar experimental em Caçador, SC.....57
- Figura 3 - Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Granny Smith’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) No outono de 2013 o experimento foi realizado em um viveiro comercial em Fraiburgo, SC; B) No outonode 2014 o experimento foi realizado em um pomar experimental em Caçador, SC.....58
- Figura 4 - Queda de folhas 28 dias após o tratamento com ABA em macieiras ‘Fuji Suprema’ (A e B) e ‘Granny Smith’ (C e D), safra 2013/2014. A e C) Controle. B e D) ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹.....59

- Figura 5 - Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Daiane’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) Outono de 2013; B) Outono de 2014.....61
- Figura 6 - Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) Outono de 2013; B) Outono de 2014.....62
- Figura 7 - Queda de folhas 33 dias após o tratamento com ABA em macieiras ‘Daiane’ (A e B) e ‘Fuji Suprema’ (C e D), safra 2013/2014. A e C) Controle. B e D) ABA 750 mg.L⁻¹.....63
- Figura 8 - Efeito desfolhante 33 dias após o tratamento com ABA na cv. Daiane, safra 2013/2014. 1) ABA 750 mg.L⁻¹; 2) ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹; 3) Controle; 4) ABA 750 + 750 mg.L⁻¹.....64
- Figura 9 - Índice de clorofila (SPAD) em plantas adultas de macieira submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Cultivares: A) Daiane; B) Fuji Suprema.....73

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Avaliações de gemas axilares de brindilas na macieira ‘Daiane’ submetidas a diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2013 e 2014.....66
- Tabela 2 - Avaliações de gemas axilares de brindilas na macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2013 e 2014.....67
- Tabela 3 - Número de dias desde a aplicação de Ácido Abscísico (ABA) até o início da Brotação (C3) e Plena Floração (F2) em gemas terminais de brindila e esporões na cv. Daiane. Caçador, SC, 2015.....69
- Tabela 4 - Número de dias desde a aplicação de Ácido Abscísico (ABA) até o início da Brotação (C3) e Plena Floração (F2) em gemas terminais de brindila e esporões na cv. Fuji Suprema. Caçador, SC, 2014.....70
- Tabela 5 - Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Daiane submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.....74
- Tabela 6 - Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas

- quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Daiane submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.....75
- Tabela 7 - Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Fuji Suprema submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.....76
- Tabela 8 - Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Fuji Suprema submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.....76
- Tabela 9 - Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos oito dias após tratamentos com Ácido abscísico (ABA) na cv. Daiane. Caçador, SC, 2014.79
- Tabela 10 - Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos 175 dias após o tratamento na cv. Daiane, em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.....80
- Tabela 11 - Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos oito dias após o tratamento na cv. Fuji Suprema, em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.....81
- Tabela 12 Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos 175 dias após o tratamento na cv. Fuji Suprema, em função dos tratamentos com Ácido

abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.....	82
Tabela 13 - Produção (kg.planta ⁻¹ , frutos.planta ⁻¹) e massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹) em macieira ‘Daiane’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	84
Tabela 14 - Produção (kg.planta ⁻¹ , frutos.planta ⁻¹) e massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹) em macieira ‘Daiane’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2014/2015. Caçador, SC, 2014.....	85
Tabela 15- Produção (kg.planta ⁻¹ , frutos.planta ⁻¹) e massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.....	86
Tabela 16 - Produção (kg.planta ⁻¹ , frutos.planta ⁻¹) e massa fresca média dos frutos (g.fruto-1) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2014/2015. Caçador, SC, 2015.....	87
Tabela 17 - Eficiência produtiva (kg.cm ⁻² e frutos.cm ⁻²) em macieiras ‘Daiane’ submetidas a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2014.....	89
Tabela 18 - Eficiência produtiva (kg.cm ⁻² e frutos.cm ⁻²) em macieiras ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	Ácido abscísico
ANOVA	Análise de variância
AVG	Aminoetoxivinilglicina
C	Carbono
Ca	Cálcio
Cfb	Subtropical chuvoso com verão ameno
cm	Centímetros
CV	Coefficiente de variação
cv.	Cultivar
cvs.	Cultivares
DAT	Dias após o tratamento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa Brasileira Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
fruto.cm ⁻²	Frutos por centímetro quadrado
GAB	Gemas axilares brotadas
i.a.	Ingrediente ativo
K	Potássio
kg.cm ⁻²	Quilograma por centímetro quadrado
kg.planta ⁻²	Quilograma por planta
La	Lantânio
N	Nitrogênio
NDAT	Número de dias após o tratamento
NFD	Número de folhas na data de avaliação
NFI	Número de folhas inicial
nm	Nanômetro
P	Fósforo
SC	Estado de Santa Catarina
SPAD	Soil-Plant Analysis Development

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	33
2	OBJETIVOS.....	36
2.1	OBJETIVO GERAL	36
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	46
4.1	SENESCÊNCIA FOLIAR DE PLANTAS JOVENS DAS MACIEIRAS ‘FUJI SUPREMA’ E ‘GRANNY SMITH’ PELA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCSÍCIDO	46
4.1.1	Avaliação da porcentagem de queda de folhas.....	47
4.2	EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCSÍCIDO EM PLANTAS ADULTAS DAS MACIEIRAS ‘DAIANE’ E ‘FUJI SUPREMA’	48
4.2.	Avaliação da porcentagem de queda das folhas.....	49
4.2.2	Brotação de gemas axilares e avaliação fenológica ..	49
4.2.3	Avaliação dos índices de clorofilas.....	50
4.2.4	Determinação da concentração de Carbono (C) e Nitrogênio (N), e relação C/N, em ramos da macieira ‘Daiane’ e ‘Fuji Suprema’	51
4.2.5	Coletas das folhas e análise mineral.....	52
4.2.6	Produção por planta.....	53
4.2.7	Eficiência produtiva	53
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1	SENESCÊNCIA FOLIAR DE PLANTAS JOVENS DAS MACIEIRAS ‘FUJI SUPREMA’ E ‘GRANNY SMITH’ PELA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCSÍCIDO	55
5.1.1	Avaliação da porcentagem de queda das folhas.....	55

5.2	EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABSCÍSIKO EM PLANTAS ADULTAS DAS MACIEIRAS ‘DAIANE’ E ‘FUJI SUPREMA’	59
5.2.1	Avaliação da porcentagem de queda das folhas	60
5.2.2	Brotação de gemas axilares e avaliação fenológica	65
5.2.3	Avaliação dos índices de clorofilas.....	71
5.2.4	Determinação da concentração de Carbono (C) e Nitrogênio (N), e a relação C/N, em ramos da macieira ‘Daiane’ e ‘Fuji Suprema’	74
5.2.5	Análise Mineral das Folhas	77
5.2.6	Produção por planta	83
5.2.7	Eficiência produtiva.....	88
6	CONCLUSÕES	91
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
	APÊNDICE.....	104

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de maçã, no ano de 2013, foi estimada em 80,82 milhões de toneladas, sendo o Brasil o décimo segundo produtor mundial, com aproximadamente 1,23 milhões de toneladas produzidas, com rendimento médio de 32,1 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2016).

O desenvolvimento comercial da macieira no Brasil iniciou-se na década de 1970. Entretanto, com a evolução tecnológica do setor e o aumento da competitividade, as regiões produtoras estão cada vez mais concentradas na região Sul, onde se encontram condições climáticas mais adequadas para a produção (BONETI et al., 2006), sendo cultivados cerca de 38 mil hectares (IBGE, 2012).

A macieira é uma fruteira de clima temperado de hábito caducifólio, ou seja, com a queda das folhas no final do ciclo e entrada em dormência no inverno, com drástica redução de suas atividades metabólicas. Para que iniciem um novo ciclo vegetativo na primavera, é necessário que sejam expostas a baixas temperaturas durante o período de outono e inverno em quantidade suficiente para atender suas necessidades fisiológicas (PETRI et al., 1996; OLSEN, 2006; RUIZ et al., 2007). A entrada em dormência, antes do reinício do ciclo vegetativo, parece necessária para uma adequada brotação das plantas, o que pode estar diretamente associado à mobilização de nutrientes das folhas senescentes para os órgãos de reservas como raízes, troncos e ramos. Além disso, funciona como um mecanismo de defesa da planta para resistir às condições adversas das baixas temperaturas inverniais (BOTELHO; PIRES, 2003).

Durante a senescência das folhas, os nutrientes, principalmente o nitrogênio (N), são degradados e mobilizados das folhas para outros tecidos da planta que apresentam capacidade de armazenamento (TITUS; KANG, 1982; WOO et al., 2013). O armazenamento do N é importante para o crescimento inicial destas plantas na primavera, ainda que não

seja observada uma relação positiva entre a quantidade de N armazenado e a brotação. Tal fato já foi demonstrado por vários autores para várias espécies (TAYLOR, 1967; CHENG; FUCHIGAMI, 2002; CHENG; XIA, 2004). Segundo Cheng et al. (2002), o N mobilizado de folhas senescentes de macieira contribui significativamente na reutilização e economia do N total da planta, constituindo em torno de 25% do N total. Esse processo é importante para a regularização do crescimento e desenvolvimento das plantas de macieira (TARTACHNYK; BLANKE, 2001; TARTACHNYK; BLANKE, 2004).

Sob as condições climáticas do Sul do Brasil, geralmente a senescência das folhas se desencadeia no início do mês de maio, quando há redução da temperatura. Segundo Meyer et al. (2012), o ideal é que todas as folhas caiam até final deste mês, como forma de otimizar o controle de doenças foliares e induzir a dormência das plantas. No entanto, a queda das folhas de macieiras cultivadas sob as condições de região de clima subtropical, não ocorre completamente, sendo muitas vezes necessária a adoção de alguma técnica que promova a queda das folhas.

A desfolha manual ou induzida precocemente por um desfolhante artificial são alternativas que podem ser utilizadas para amenizar os efeitos ocasionados pela irregularidade climática. Segundo Dong et al. (2004), a desfolha manual realizada em viveiros é necessária para melhor manuseio das mudas, contudo, esta técnica é bastante onerosa. A desfolha química também pode ser utilizada. No entanto, tem sido limitada apenas ao uso de ureia a 10% ou sulfato de cobre a 1%, dois a três meses antes do início da brotação (PETRI et al., 2006). Entretanto, recentemente foi desenvolvido o produto comercial ProTone[®], que contém na sua formulação 10% ou 20% de ácido abscísico sintético (ABA). Esse produto, quando aplicado no final do ciclo, provoca a queda uniforme das folhas, processo que naturalmente ocorreria quando induzido por baixas temperaturas (ESPERANÇA et al., 2014).

O ABA é um hormônio vegetal de ocorrência natural, responsável pela regulação de vários processos fisiológicos na planta. Dentre esses, pode-se destacar as respostas a estresses ambientais, como a baixa disponibilidade de água, temperatura reduzida e alta salinidade. O ABA desempenha uma função importante no desenvolvimento e germinação das sementes e desencadeia o processo de abscisão ou queda de folhas, flores e frutos, e pela sua capacidade de estimular a produção de etileno. Esse hormônio contribui ainda para a regulação do grau de abertura estomática sob condições ambientais desfavoráveis, reduzindo a perda de água por transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A aplicação exógena de ABA é uma prática comum entre os fruticultores com o objetivo de melhorar a coloração em uvas (LACAMPAGNE et al., 2010), aumentar a tolerância ao estresse hídrico em hortaliças (LESKOVAR et al., 2008), promover a embriogênese somática na cultura de tecidos em diversas espécies (RAI et al., 2011) e até mesmo estimular a abscisão de folhas e frutos (ANEJA et al., 1999).

Devido a sua ação desfolhante, a utilização exógena do ABA pode ser uma alternativa eficaz para promover a senescência das folhas de macieira nos casos em que a abscisão das folhas seja desuniforme e prolongada (LARSEN; HIGGINS, 1998).

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do ABA na indução da senescência das folhas de macieiras jovens ‘Fuji Suprema’ e ‘Granny Smith’ e adultas de ‘Fuji Suprema’ e ‘Daiane’.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Induzir a senescência de folhas de macieiras no início do outono com a aplicação de diferentes concentrações de ABA, em viveiro comercial e pomar experimental adulto nas condições edafoclimáticas do Vale do Rio do Peixe, Sul do Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Testar diferentes concentrações de ABA para indução da senescência foliar de macieiras jovens ‘Fuji Suprema’ e ‘Granny Smith’;

Testar diferentes concentrações de ABA para indução da senescência foliar de macieiras adultas ‘Fuji Suprema’ e ‘Daiane’;

Verificar se a indução da senescência foliar com ABA interfere no acúmulo de nutrientes de reservas nos ramos para o ciclo seguinte nas plantas;

Analisar o efeito do ABA sobre a diferenciação de gemas, brotação, floração e produtividade das plantas de macieira.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A macieira (*Malus domestica* Borkh.), assim como outras fruteiras de clima temperado, é caracterizada pela queda das folhas no final do ciclo e indução fisiológica para entrada da dormência. Essa baixa atividade fisiológica permite a sua sobrevivência em condições adversas ao crescimento. Neste período, a planta não apresenta crescimento visível, mas suas atividades metabólicas continuam, embora com intensidade reduzida, o que lhe permite resistir às baixas temperaturas (PETRI et al., 2006).

O desenvolvimento normal da planta depende da interação entre inúmeros fatores internos e externos. Os principais fatores internos que regulam o crescimento e desenvolvimento são de natureza química, substâncias orgânicas denominadas hormônios vegetais ou fitormônios. Os mesmos desempenham a principal função na regulação do crescimento, em pequenas quantidades, promovem, inibem ou mesmo modificam os processos fisiológicos das plantas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). Dentre estes, citam-se os hormônios vegetais clássicos, como as auxinas, as citocininas, as giberelinas, o etileno e o ácido abscísico, os quais têm sido bastante estudados nos últimos 50 anos (KERBAUY, 2004).

O ácido abscísico (ABA) é um fitormônio que regula vários processos fisiológicos nas plantas. Em 1949, Paul F. Wareing identificou-o como um composto de indução de dormência, o qual ele chamou de dormina (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). Seu efeito mais marcante está associado à dormência de gemas de plantas lenhosas e à queda natural de folhas flores e frutos. A sua função fisiológica mais importante parece ser a regulação no fluxo de água nas plantas (GREENE, 2003). Na década de 1960, Frederick T. Addicott divulgou a descoberta em folhas e frutos de uma substância capaz de acelerar a abscisão, a qual denominou de abscisina. Pouco

depois se descobriu que a dormina e abscisina eram idênticas quimicamente (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

A biossíntese do ABA ocorre nos cloroplastos e outros plastídeos. Porém, a biossíntese não é o único fator de regulação dos níveis de ABA nos tecidos. Assim como em outros hormônios, a concentração livre de ABA no citosol é também regulada pela degradação, conjugação, compartimentalização e transporte. Sob diferentes condições de disponibilidade de água na planta, os níveis de ABA são variáveis, aumentando sob condições de déficit (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Alguns autores relatam que, antes da abscisão, um aumento no nível de ABA promove a síntese de etileno e, como consequência, ocasiona a síntese das enzimas que atuam na parede celular e lamela média. Sendo assim, o ABA acelera intensamente a senescência foliar, induzindo o processo de abscisão de maneira indireta (TAIZ; ZEIGER, 2004; NIEDERHUTH et al., 2013; FAGAN et al., 2015).

Estudos demonstram que aplicações exógenas de ABA e etefom (ácido 2-cloroetil fosfônico), antecipam a época de colheita e aumentam as concentrações de antocianinas e proantocianidinas na casca das uvas, melhorando consideravelmente sua coloração, originando uvas com uma maturação mais uniforme e de melhor qualidade (CANTÍN et al., 2007; LACAMPAGNE et al., 2010; YAMAMOTO et al., 2015). Segundo Gardin et al. (2012), o ABA exerce efeito na maturação das uvas, principalmente por modificar sua coloração.

Com a chegada do inverno, ou seja, com a redução das temperaturas, as folhas entram em senescência, devido à ativação de várias enzimas do grupo das hidrolases, resultando em degradação de proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos, que são translocados das folhas para ramos, troncos e raízes através do floema. Por outro lado, durante o período de repouso, as baixas temperaturas são responsáveis pela indução

da degradação do amido em açúcares solúveis. Este aumento dos teores de açúcares solúveis, proteínas e aminoácidos é citado, na literatura, como importante mecanismo de resistência ao frio (KOSTER; LYNCH, 1992).

A senescência foliar é influenciada por vários fatores internos e externos, ou controlada por uma série de fatores biológicos e não biológicos, como mudanças de interação fonte-dreno e equilíbrio hormonal, pelo fornecimento de água, luz e nutrientes, ou indução por patógenos e pragas (GREGERSEN et al. 2008; LIM et al., 2007; PARROTT et al., 2010).

Durante o processo de senescência foliar de plantas caducifólias, o nitrogênio nas folhas é geralmente translocado para os tecidos para o armazenamento, e depois remobilizado para um novo crescimento na primavera seguinte (TITUS; KANG, 1982). Em condições climáticas adequadas ao crescimento e desenvolvimento, os processos de senescência e queda das folhas ocorrem naturalmente no começo do outono, quando há a redução do fotoperíodo e da temperatura do ambiente.

Das variáveis climáticas, a temperatura é a que apresenta maior influência no desenvolvimento da cultura da macieira, podendo inclusive limitar o cultivo em algumas áreas no Sul do Brasil. As temperaturas de inverno, primavera e verão podem influenciar no seu desenvolvimento (PETRI, 2006).

O crescimento da macieira inclui desenvolvimento dos ramos, folhas, frutos e raízes. Todas as formas de crescimento dependem de materiais elaborados pelas folhas. Para iniciar o crescimento, logo após a saída do período de dormência, a planta necessita dos carboidratos e nitrogênio armazenados e derivados da atividade fotossintética da estação anterior. No final do período de crescimento, o produto derivado da fotossíntese é utilizado para manter o crescimento da planta e restabelecer as reservas para chegada do período de dormência

e início do crescimento na primavera. Todo processo de crescimento é dependente da superfície foliar (PEREIRA; PETRI, 2006).

Em frutíferas de clima temperado, a brotação de gemas e o desenvolvimento de folhas na primavera são essenciais para as plantas produzirem fotoassimilados que suportem novo crescimento, especialmente a frutificação e o desenvolvimento dos frutos (WEBSTER, 2005). Inicialmente, a brotação e o desenvolvimento de folhas são exclusivamente dependentes da oferta de mobilização e de reservas de carboidratos armazenados nas raízes e no tronco até que as primeiras folhas tornem-se fotossinteticamente ativas (KLIEWER, 1990). Subsequentemente, as primeiras folhas fornecem novos assimilados para um maior desenvolvimento de folhas e alongamento de ramos, maximizando a capacidade fotossintética da planta. O crescimento de ramos visa a maximização da interceptação de luz pela planta, com aumento potencial para a fotossíntese (CAMILO, 2006).

As folhas são órgãos fotossintetizantes, isto é, onde a energia luminosa é capturada e utilizada para coordenar as reações químicas que são vitais para a vida da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004). Em macieiras, a fotossíntese foliar é regulada por fatores endógenos, incluindo relações fonte-dreno (TARTACHNYK; BLANKE, 2004), nos quais estão envolvidos os hormônios vegetais. Durante a fase de manutenção, as folhas permanecem saudáveis e funcionais na planta, devido a um gradiente contínuo de auxina da lâmina foliar para o caule da planta, mantendo as células da zona de abscisão em um estado não sensível (TAIZ; ZEIGER, 2004). Na fase de indução à senescência, há uma redução no gradiente de auxina na folha, ocasionando um aumento na produção de etileno, bem como uma maior sensibilidade das células da zona de abscisão a esse hormônio. Assim, o etileno parece diminuir a atividade da auxina pela redução da sua síntese e transporte. A fase da queda da folha é caracterizada pela indução,

ocasionada pelo etileno, de genes que codificam enzimas hidrolíticas específicas de polissacarídeos e proteínas da parede celular na zona de abscisão. Dessa forma, as células são sensibilizadas e respondem a baixas concentrações de etileno endógeno, sintetizando e secretando celulase e outras enzimas de degradação da parede celular, o que leva ao afrouxamento da parede celular nas células da zona de abscisão, ocasionando a queda da folha (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A senescência das folhas é a última fase de desenvolvimento, mas não menos importante para as espécies caducifólias. Esse processo fisiológico é importante para a regularização do crescimento e desenvolvimento das plantas de macieira (TARTACHNYK; BLANKE, 2001; TARTACHNYK; BLANKE, 2004). De acordo com Lim et al. (2007) e Meyer et al. (2014), a senescência é caracterizada pelo amarelecimento das folhas, ocasionado pela degeneração dos cloroplastos e da conversão das demais organelas em proteínas para serem translocadas e armazenadas em outros órgãos.

Sendo assim, é necessário que as folhas caiam naturalmente ou que sejam removidas para favorecer a brotação e floração no ciclo seguinte. Em regiões de outono e inverno amenos, os processos de maturação e queda das folhas das macieiras são retardados, podendo muitas vezes não ocorrer.

Geralmente, a senescência do órgão precede a abscisão, mas quando o processo é induzido rapidamente, a partir de fontes artificiais ou de tecidos doentes, a abscisão pode ocorrer quando a senescência ainda está em fase inicial (MEYER et al., 2014). Contudo, o desfolhamento precoce em macieira reduz o acúmulo de reservas e impede a boa diferenciação de gemas floríferas, o que se traduz em baixa produção de frutos, e produção de frutos de menor qualidade (KRETZSCHMAR et al., 2005; SHARMA et al., 2005).

Segundo Meyer (2014), na macieira a desfolha é prolongada em função das temperaturas amenas no outono

brasileiro, o que aumenta a permanência das folhas nas plantas e o número de pulverizações com fungicidas. A Mancha Foliar da Gala (MFG, causada por *Colletotrichum gloesporioides*) e a Mancha Foliar de Marssonina (MFM, causada por *Marssonina coronaria*), que afeta a cv. Fuji e seus clones, são doenças foliares que provocam desfolha precoce em pomares de macieiras, podendo causar perdas significativas, como a inutilização da fruta para comercialização e o enfraquecimento das plantas, reduzindo a produção e a produtividade, e podendo ocasionar a morte da planta (SANHUEZA et al., 2006).

O controle das doenças desfolhantes é realizado principalmente a partir de métodos culturais no pomar e pulverizações preventivas e frequentes (BONETI et al., 1999; SANHUEZA, 1999). As aplicações de fungicidas em um pomar de macieira ‘Gala’ adulto de baixa densidade podem compreender até 26% dos custos de produção (KREUZ et al., 2005; KREUZ et al., 2006). Quando há presença de epidemia de doenças foliares, as recomendações são de aplicações a cada 7 ou 10 dias, aumentando assim o número de pulverizações (SANHUEZA, 1999).

Segundo a recomendação técnica brasileira deve-se, mesmo após a colheita, continuar a pulverização de macieiras infectadas até o fim de março para reduzir o inóculo no pomar, evitando a queda prematura das folhas e prevenindo prejuízos no desenvolvimento e proporcionando gemas frutíferas de qualidade para o próximo ciclo (SANHUEZA et al., 2002).

O cancro europeu, doença provocada pelo fungo *Neonectria ditissima*, tem importância econômica elevada em muitas áreas de produção de maçãs e peras. Essa doença pode matar plantas jovens ou pernas e ramos de plantas em plena produção. Geralmente, o maior número de infecções ocorre no outono. No entanto, quando existem condições favoráveis, as infecções podem ocorrer no início da brotação, na primavera, até à queda natural das folhas no outono. Períodos prolongados de queda de folhas, na presença de chuva,

geralmente predispõem à maior incidência de infecção, que será visível no próximo ciclo (SANHUEZA, 2006; ALVES et al., 2014). O ferimento que se forma na queda das folhas no outono é considerado a abertura natural mais importante para o desenvolvimento da doença (CROWDY, 1952; DUBIN; ENGLISH, 1974; LATORRE et al., 2002). Após a queda das folhas, a planta inicia o processo de cicatrização daquele ferimento. O período em que o ferimento está suscetível a entrada do fungo varia de 1 hora a 28 dias a partir da queda da folha (DUBIN; ENGLISH, 1974). Neste caso, a adoção do manejo da desfolha pode ser uma ferramenta para redução das aplicações de fungicidas (MEYER et al., 2014).

Na fruticultura, a desfolha é utilizada em diversas culturas para facilitar a poda (GEARDTS et al., 1977), diminuir os custos de produção, melhorar o manejo no raleio dos frutos, retorno da brotação, reduzir o vigor das plantas e a incidência de patógenos, além de melhorar a eficiência do controle químico. De acordo com Smart et al. (1990) e Pötter et al. (2010), na vitivinicultura a desfolha é realizada com o objetivo de obter uvas tintas de maior qualidade.

Os viveiros de mudas são considerados os principais setores da indústria agrícola, no noroeste do Pacífico dos EUA e Canadá. Devido ao padrão climático local (precipitação elevada no outono), as mudas geralmente são desfolhadas manualmente ou quimicamente e então colhidas para armazenamento antes que ocorram as fortes chuvas. A desfolha controlada é necessária para um melhor manuseio dessas mudas. Porém, o desfolhamento manual é oneroso, encarecendo os custos. Por esse motivo, um desfolhamento químico eficaz tem sido desejado (DONG et al., 2004).

Tartachnyk e Blanke (2004) avaliaram a senescência induzida das folhas de macieira no outono. Os autores concluíram que a combinação de fatores ambientais e da época da colheita dos frutos determinaram a taxa de senescência das

folhas no outono, em termos de atividade fotossintética, degradação da clorofila e translocação de nitrogênio.

Geardts et al. (1977) realizaram testes em pomares de plantas frutíferas selecionando produtos promissores na desfolha em viveiros, e utilizados comercialmente em algodão, alfafa e sorgo. Dentro de uma semana, ameixeiras pulverizadas com etefom, biureto e cloreto de sódio foram praticamente desfolhadas. Nectarinas não foram desfolhadas tão prontamente, mas houve maior efeito do que plantas pulverizadas com sulfato de zinco, paraquat, clorato de sódio, e sulfato de zinco e óleos.

Para cultura da macieira, em locais onde não ocorre naturalmente a queda das folhas, recomenda-se o uso de ureia 10% ou sulfato de cobre a 1%, dois a três meses antes do início da brotação (PETRI et al., 2006).

O uso de fontes de nitrogênio, como a ureia, aplicados com desfolhantes (DONG et al., 2004; OUMA, 2007), melhoraram o retorno da brotação das plantas, devido à maior disponibilidade do nitrogênio armazenado antes da queda das folhas (FISCHER, 2007; OUZOUNIS; LANG, 2011).

Cheng et al. (2001) e Guak et al. (2001) identificaram que as plantas tratadas com quelato de cobre (CuEDTA) como desfolhante apresentam baixa reserva de nitrogênio e menor brotação. As reservas de nitrogênio na planta podem ser melhoradas, combinando CuEDTA com uma solução de ureia 3%, mantendo o efeito desfolhante (DONG et al., 2004).

Meyer et al. (2014) avaliaram a desfolha em macieira com o etefom, aminoetoxivinilglicina (AVG) e cloreto de cálcio em Vacaria, RS, e ABA no Chile. Na situação de estiagem durante o verão e outono, a desfolha com etefom em Vacaria foi igual ao tratamento com ABA no Chile. O etefom e o cloreto de cálcio podem afetar o percentual de pegamento dos frutos e a produtividade da macieira cv. Fuji Standard. Os desfolhantes mais eficazes foram etefom e ABA. Quando se avaliou o efeito do ABA e etefom em 'Fuji Raku Raku', a

senescência das folhas foi acelerada, promovendo a desfolha antecipada em comparação com a testemunha.

No Chile, na região de Maule, Yuri (2015a) testou o uso do ABA e etefom como desfolhantes em macieiras. Nos tratamentos com ABA, a queda das folhas ocorre mais prontamente. As plantas tratadas necessitam menos horas de frio para a floração, enquanto que as plantas ‘controle’ acumulam menos horas de frio (HF) e requerem maior soma de HF para iniciar a brotação. Ainda da região de Maule, Yuri (2015b) verificou que plantas tratadas com ABA e etefom atingiram 50% da queda das folhas cerca de 10 e 18 dias após as aplicações, respectivamente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos em viveiro comercial localizado no município de Fraiburgo-SC, a uma altitude de 1054 metros (27°02'50"S, 49°58'73"O) e em pomar experimental localizado no município de Caçador-SC, a uma altitude de 969 metros (26°50'07"S, 50°58'32"O). Em Fraiburgo, os trabalhos foram realizados na safra 2013/2014 e em Caçador nas safras de 2013/2014 e 2014/2015. O clima dessas regiões caracteriza-se como "Cfb" (subtropical chuvoso com verão ameno), segundo classificação climática de Köppen (1948). O solo da região em estudo é classificado como Nitossolo Bruno distrófico (EMBRAPA, 2006).

Para atender aos objetivos desse estudo foram desenvolvidos dois experimentos:

Experimento 1: Senescência foliar de plantas jovens das macieiras 'Fuji Suprema' e 'Granny Smith' pela aplicação de diferentes concentrações de ácido abscísico.

Experimento 2: efeito da aplicação de diferentes concentrações de ácido abscísico em plantas adultas das macieiras 'Daiane' e 'Fuji Suprema'

4.1 SENESCÊNCIA FOLIAR DE PLANTAS JOVENS DAS MACIEIRAS 'FUJI SUPREMA' E 'GRANNY SMITH' PELA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCSÍCSICO

Utilizaram-se plantas de um ano (2013) e dois anos (2014) de macieira das cultivares Fuji Suprema e Granny Smith, enxertadas sobre Marubakaido com interenxerto de M9. No ano de 2013, no viveiro, as mudas estavam plantadas com densidade de plantio de 50.000 plantas.ha⁻¹ no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas.

Já no pomar experimental, em 2014, foi utilizada densidade de plantio de 2.500 plantas ha⁻¹, no espaçamento de 4 m entre linhas e 1 m entre plantas.

Os tratamentos utilizados foram (doses do ingrediente ativo i.a.): 1) Controle (plantas não tratadas); 2) ácido abscísico 1500 mL L⁻¹; 3) ácido abscísico 1500 + 1500 mg.L⁻¹; 4) ácido abscísico 3000 mg.L⁻¹; 5) ácido abscísico 3000 + 3000 mg.L⁻¹.

No ano de 2013, o trabalho foi conduzido em Fraiburgo, SC, sendo as pulverizações realizadas no dia 09/05 nos tratamentos 2, 3, 4 e 5, sendo reaplicado no dia 21/05 nos tratamentos 3 e 5. No dia 19/06/13, essas plantas foram retiradas do viveiro e plantadas em um pomar experimental no município de Caçador, SC. No ano 2014, no pomar experimental, as pulverizações foram realizadas no dia 12/05 nos tratamentos 2, 3, 4 e 5 e com uma reaplicação no dia 27/05 nos tratamentos 3 e 5.

Como fonte de ácido abscísico (ABA) foi utilizado o produto comercial ProTone[®] (20% i.a.), sem a utilização de adjuvante. Para pulverização, as soluções foram preparadas momentos antes de serem usadas, sendo as plantas pulverizadas até o ponto de escorrimento com um pulverizador costal motorizado (20 L), com 3 bicos D-S tipo leque, com um volume de calda estimado de 1000 L.ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado, em ambos os anos, foi de blocos casualizados, composto por cinco tratamentos e cinco repetições, sendo a unidade experimental formada por uma planta, totalizando 25 plantas por cultivar.

4.1.1 Avaliação da porcentagem de queda de folhas

No primeiro ano de avaliação, o percentual de desfolha foi realizado pela contagem do número total de folhas presentes nas plantas no dia zero (antes da aplicação do ABA), aos 11 dias e aos 26 dias após a data da primeira aplicação do ABA. No segundo ano foram identificados cinco ramos por

planta, cinco plantas por tratamento e realizada a contagem total do número de folhas no dia zero, aos 16 dias (dia em que foi realizado a segunda aplicação) e aos 28 dias após a primeira aplicação do ABA. O percentual de desfolha foi calculado pelo número de folhas remanescentes em cada ramo, para cada data de avaliação, em relação ao número inicial de folhas: desfolha (%) = $100 - (\text{NFD} / \text{NFI} * 100)$, onde: NFD = número de folhas na data de avaliação e NFI = número de folhas inicial.

4.2 EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCÍSIKO EM PLANTAS ADULTAS DAS MACIEIRAS 'DAIANE' E 'FUJI SUPREMA'

Utilizaram-se macieiras das cultivares Daiane (com 12 anos de idade, sobre o portaenxerto M7, com densidade de plantio de 1.250 plantas.ha⁻¹) e Fuji Suprema (com 8 anos de idade, sobre Marubakaido com interenxerto M9, com densidade de plantio de 2.500 plantas.ha⁻¹), ambas conduzidas no sistema líder central e manejadas de acordo com as recomendações do Sistema de Produção Integrada da macieira (SANHUEZA et al., 2006) (Anexo A).

Os tratamentos utilizados foram (doses do ingrediente ativo i.a.): 1) Controle (plantas não tratadas); 2) ácido abscísico 750 mg.L⁻¹; 3) ácido abscísico 750 + 750 mg.L⁻¹ 4) ácido abscísico 1500 mg.L⁻¹; 5) ácido abscísico 1500 + 1500 mg.L⁻¹.

As pulverizações na safra em 2013/2014 foram realizadas no dia 02/05/2013 nos tratamentos 2, 3, 4, e 5, sendo reaplicado no dia 13/05 nos tratamentos 3 e 5. Na safra 2014/2015, as pulverizações foram realizadas no dia 06/05 e 15/05/2014, nos mesmos tratamentos conforme o ano anterior. Como fonte de ácido abscísico (ABA) foi utilizado o produto comercial ProTone® (20% i.a.), sem a utilização de adjuvante. Para pulverização as soluções foram preparadas momentos antes de serem usadas, sendo as plantas pulverizadas, até o

ponto de escoamento, com um pulverizador costal motorizado (20 L), com 3 bicos D-S tipo leque, com um volume de calda estimado de 1000 L ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, composto por cinco tratamentos com seis repetições, sendo a unidade experimental formada por uma planta, totalizando 30 plantas por cultivar.

4.2.1 Avaliação da porcentagem de queda das folhas

Para avaliar o percentual de desfolha nas plantas adultas foram identificados cinco ramos por planta, seis plantas por tratamento nos dois anos de avaliação e realizada a contagem total do número de folhas no dia zero, aos 21 e aos 32 dias após a data da primeira aplicação do ABA no primeiro ano e no segundo ano no dia zero, aos nove e aos 33 dias após a data da primeira aplicação do ABA. O percentual foi calculado pelo número de folhas remanescentes em cada ramo, para cada data de avaliação, em relação ao número inicial de folhas: desfolha (%) = $100 - (\text{NFD} / \text{NFI} * 100)$, onde: NFD = número de folhas na data de avaliação e NFI = número de folhas inicial.

4.2.2 Brotação de gemas axilares e avaliação fenológica

Após a aplicação do ABA, no início da brotação em outubro de 2013, foram identificados cinco ramos por planta, seis plantas por tratamento nas cvs. Fuji Suprema e Daiane. Em 2014 foram identificados dez ramos por planta em ambas as cultivares e realizadas as contagens do número total de gemas axilares. Feita a contagem do número total de gemas e o número de gemas brotadas e florescidas, se obteve a porcentagem de gemas que brotaram e floresceram.

Para a avaliação dos estádios fenológicos foram identificadas com fita colorida, 20 estruturas de frutificação por planta, estratificadas em brindilas e esporões, totalizando 120

estruturas por tratamento. As avaliações iniciaram quando as gemas estavam no estágio de ponta verde (C3), de modo que os estádios fenológicos foram avaliados duas vezes por semana até a plena floração (F2), segundo descrição de Fleckinger (1953).

Figura 1. Estádios fenológicos da macieira, segundo Fleckinger (1953) com modificações. (A): gema dormente; (B) gema inchada - ponta de prata; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (E) botão verde; (E2) botão rosado; (F) início da floração; (F2) plena floração; (G) final da floração; (H) queda de pétalas; (I) frutificação efetiva; (J) frutos verdes com 10mm de diâmetro.



Fonte: Francescatto (2014).

4.2.3 Avaliação dos índices de clorofilas

As avaliações dos índices de clorofilas foram realizadas com um clorofilômetro portátil da marca Minolta modelo SPAD-502, em cinco ramos por planta, seis plantas por tratamento realizando a mensuração em duas folhas (60 leituras por tratamento), previamente identificadas, totalmente expandidas e inseridas entre o ápice e a parte mediana dos ramos, preferencialmente expostos à radiação solar. As avaliações foram realizadas a cada dois dias após a aplicação do ABA, até que as folhas se desprendessem totalmente da planta, sendo os teores de clorofila expressos em unidades SPAD.

4.2.4 Determinação da concentração de Carbono (C) e Nitrogênio (N), e relação C/N, em ramos da macieira ‘Daiane’ e ‘Fuji Suprema’

O estudo foi realizado com ramos da macieira ‘Daiane’ e ‘Fuji Suprema’. As coletas dos ramos foram realizadas ao longo dos ciclos, sendo coletados cinco ramos do tipo brindila por planta em seis plantas por tratamento de cada cultivar, provenientes de brotações da estação de crescimento, no dia zero (antes da aplicação do ABA), e aos 25, 90 e 120 dias após a aplicação do produto, sendo determinados os conteúdos de Carbono (C) e Nitrogênio (N), bem como a relação C/N.

As análises foram realizadas no laboratório de Ensaio Químico da Epagri – Estação Experimental de Caçador, sendo que logo após a coleta foi determinada a massa fresca (g) das amostras em balança eletrônica de precisão. As amostras foram secas em estufa MA 037, com circulação forçada de ar quente a 60 °C. Após estabilização do peso (sete dias), foi determinada a massa seca (g), sendo então as amostras processadas em Moinho Sample Mill-TI 200 e homogeneizadas para posterior análise.

O teor de C foi determinado segundo a metodologia descrita por Walkley e Black (1934).

A determinação da concentração de N foi realizada através do método semi-micro Kjeldahl (LABCONCQ, 2009), que tem como princípio a solubilização úmida, seguida por destilação e arraste a vapor e titulação para a quantificação de NH_4 . Foram pesados 200 mg de amostra em tubo de digestão, adicionados aproximadamente 1,0 g de catalisador de selênio, 2 mL de H_2O_2 30% e 5 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos foram levados ao bloco digestor por aproximadamente 2 horas, aumentando a temperatura gradativamente até 380 °C. Após a completa digestão da matéria orgânica, caracterizada por um líquido levemente esverdeado, os tubos foram mantidos sobre bancada até chegar a temperatura ambiente. Foram adicionados

20 mL de água destilada e 50 mL de NaOH [5N] e as amostras foram levadas ao destilador semi-micro Kjeldahal, onde foi conectado na extremidade de refrigeração do destilador um erlemeyer de 125 mL contendo 10 mL de solução de H_3BO_3 20g.L⁻¹ com a mistura de indicadores. Em seguida foi realizada a titulação com H_2SO_4 [0,05 N], até o ponto de viragem, observado pela mudança da cor verde para rosa. A solubilização sulfúrica (H_2SO_4 + catalisadores) transforma proteínas e aminoácidos do tecido vegetal em N-NH_4^+ , que é destilado e complexado em ácido bórico com indicador misto, e titulado com solução padronizada de H_2SO_4 diluído (SARRUGE; HAAG, 1974).

A partir dos resultados de C (%) e N (g.kg⁻¹) foi calculada a relação C/N.

4.2.5 Coletas das folhas e análise mineral

Foram coletadas 40 folhas por planta, seis plantas por tratamento, para análise dos teores minerais foliares aos 8 e 175 dias após a aplicação do ABA, nas cultivares Daiane e Fuji Suprema. Foram coletadas amostras de folhas sadias (isentas do ataque de pragas, infecções e danos mecânicos) e com tamanhos uniformes. As análises para determinação dos macronutrientes, foram realizadas no laboratório de Ensaio Químico da Epagri/EECd, segundo a metodologia descrita por Schweitzer e Suzuki (2013).

As amostras foram secas em estufa (Estufa Marconi modelo MA 037) com circulação forçada de ar quente a 60°C, por aproximadamente cinco dias. Em seguida, as amostras secas foram moídas em moinho de facas, de aço inoxidável e com peneiras de 0,5 mm de diâmetro, assegurando a homogeneização da amostra.

Os teores de K, Ca e Mg foram determinados por espectrometria de absorção atômica (PerkinElmer modelo AA200), após digestão nitroperclórica ($\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$; 6:1)

(SCHVEITZER; SUZUKI, 2013). Para construção da curva foram utilizadas soluções padronizadas Tritisol (Merck) e nas análises de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) empregou-se 0,1 % La, na forma de La_2O_3 . Para a análise de Fósforo (P) procedeu-se a digestão nitroperclórica com posterior determinação através do método colorimétrico molibdato/vanadato em meio ácido, formando um complexo de coloração amarela que absorve no comprimento de onda de 420 nm (SCHVEITZER; SUZUKI, 2013). As leituras foram realizadas em um espectrofotômetro Varian modelo Cary 60.

4.2.6 Produção por planta

A colheita (Anexo B) nas cvs. Daiane e Fuji Suprema 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 de precisão, sendo os dados expressos em kg.planta^{-1} . Em seguida, os frutos foram contados ($\text{frutos.planta}^{-1}$), obtendo-se a relação entre a massa fresca total e o número total de frutos colhidos, e massa fresca média dos frutos (g).

4.2.7 Eficiência produtiva

A eficiência produtiva (kg.cm^{-2} e frutos.cm^{-2}) foi obtida pela relação entre produção e área de secção transversal do tronco e entre o número de frutos por planta e a área de secção transversal do tronco. Para o cálculo de área (A) de secção transversal do tronco [$A = \pi(D/2)^2$] tomou-se a medida de diâmetro (D) do tronco a 40 cm do solo.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados obtidos com a porcentagem de queda de folhas foram submetidos à análise de variância e para as variáveis significativas foi realizada a análise de contrastes. Os percentuais de brotações foram transformados em $\text{arc sen } (x/100)^{1/2}$, submetidos à análise de variância e, para as variáveis que apresentaram diferença estatística significativa, as médias foram comparadas conforme teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados das avaliações fenológicas foram analisados em blocos aos acaso e, para as variáveis que apresentaram diferença estatística significativa, as médias foram comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os demais dados que apresentaram os pressupostos para a ANOVA foram analisados em blocos ao acaso. As análises de contrastes foram realizadas com auxílio do software Sisvar versão 5.6 e as demais utilizando o software Assistat versão 7.7 beta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 SENESCÊNCIA FOLIAR DE PLANTAS JOVENS DAS MACIEIRAS ‘FUJI SUPREMA’ E ‘GRANNY SMITH’ PELA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCÍSIKO

5.1.1 Avaliação da porcentagem de queda das folhas

Nos outonos de 2013 e 2014, as plantas de ‘Fuji Suprema’ e ‘Granny Smith’ tratadas com ABA entraram em senescência e conseqüentemente perderam suas folhas com maior eficiência do que as plantas controle. Observou-se que independentemente da concentração de ABA adotada foram efetivas em promover a senescência e queda das folhas, quando comparadas ao controle.

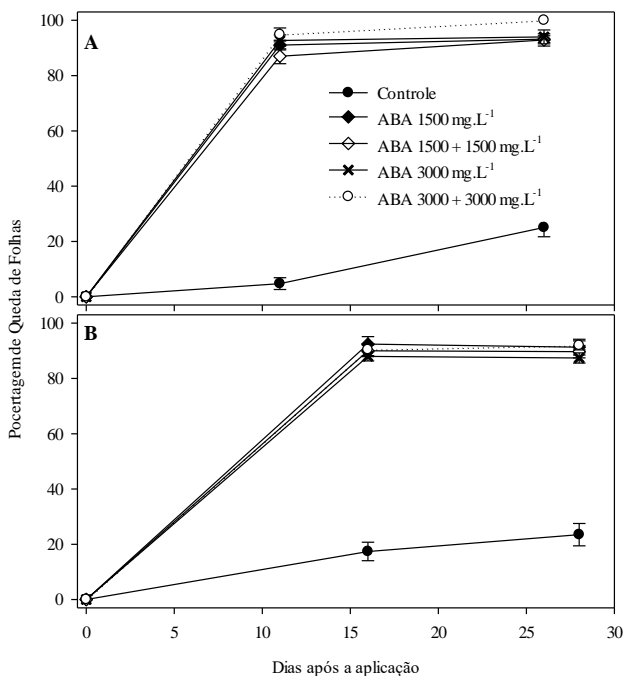
Para as cultivares Fuji Suprema e Granny Smith, no primeiro ano, 11 dias após o tratamento (DAT), os tratamentos com ABA diferiu significativamente ao controle. Além disso, promoveu maior porcentagem de queda de folhas até 26 DAT. Pode-se observar (Figura 2) que o ABA, independentemente da concentração, com apenas uma aplicação, mostrou-se eficiente na queda de folhas de mudas de macieira. Todavia, a maior eficiência do produto foi observada já aos 11 DAT.

No segundo ano, 16 e 28 DAT nas cvs. Fuji Suprema e Granny Smith, os tratamentos com ABA diferiram significativamente ao controle. Conforme observado no ano anterior, independentemente da concentração, com apenas uma aplicação, o ABA mostrou-se eficiente na queda das folhas (Figura 2). Contudo foi observado que a segunda aplicação provocou um efeito dessecante, nas folhas de ambas as cultivares, ou seja, as folhas apresentaram sintomas de necroses e em seguida caíram. Esse fato pode ter ocorrido por terem sido utilizadas concentrações elevadas de ABA que promoveram

fitotoxidez. Também se observou a presença de folhas nos ápices dos ramos na parte superior da copa das plantas, mesmo nos tratamentos com a aplicação de ABA (), o que não foi observado no primeiro ano. A presença dessas folhas nos ápices pode ser devido a pouca lignificação da parede aumentando a sua resistência, não ocorrendo dessa forma o processo fisiológico de início de senescência e queda das folhas. Outro fator que pode ter contribuído para a permanência das folhas nos ápices foi a ocorrência de geadas somente no mês de junho, diferentemente do ano de 2013, em que houveram cinco dias de geadas no mês de maio, auxiliando na senescência e queda total de folhas

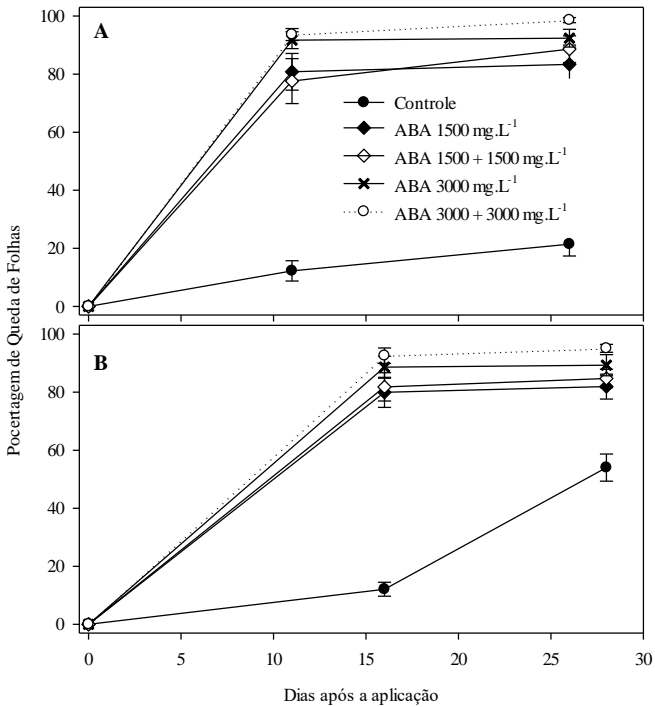
Esse comportamento fisiológico das plantas, observado no presente estudo pode ser corroborado pelo observado no trabalho de Meyer (2014), no qual em condições normais de precipitação e outono com temperaturas altas, a desfolha natural e a induzida das macieiras 'Fuji Standard' foram mais demoradas, alcançando os maiores percentuais somente aos 49 dias após o tratamento (DAT). Situações extremas de temperatura e de falta ou excesso de água influenciam acelerando o processo de abscisão foliar (ADDICOTT; LYNCH, 1955). No caso de situações de estresse hídrico a condutância estomática é reduzida, devido seus estômatos ficarem mais tempo fechados, ocorrendo acúmulo de ácido abscísico (TAIZ; ZEIGER, 2004) e resultando na menor produção de carboidratos, adiantando o processo de senescência (TARTACHNYK; BLANKE, 2004; LIM et al., 2007).

Figura 2. Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) No outono de 2013 o experimento foi realizado em um viveiro comercial em Fraiburgo, SC; B) No outono de 2014 o experimento foi realizado em um pomar experimental em Caçador, SC.



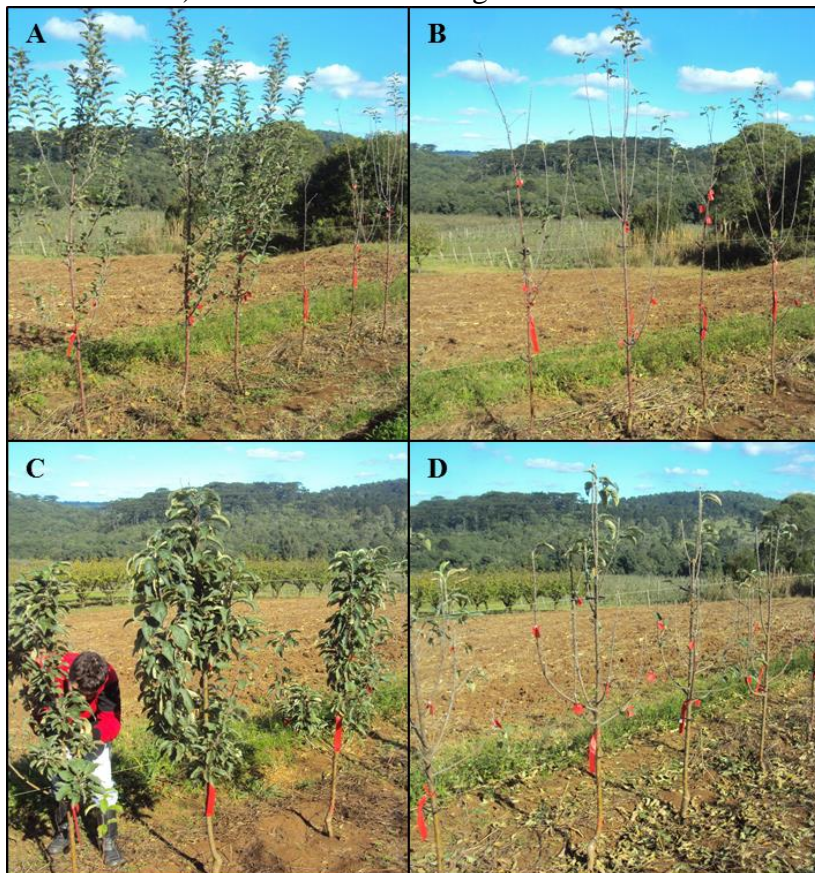
Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Figura 3. Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Granny Smith’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) No outono de 2013 o experimento foi realizado em um viveiro comercial em Fraiburgo, SC; B) No outono de 2014 o experimento foi realizado em um pomar experimental em Caçador, SC.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Figura 4. Queda de folhas 28 dias após o tratamento com ABA em macieiras ‘Fuji Suprema’ (A e B) e ‘Granny Smith’ (C e D), safra 2013/2014. A e C) Controle. B e D) ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2 EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ABCÍSIÇO EM PLANTAS ADULTAS DAS MACIEIRAS ‘DAIANE’ E ‘FUJI SUPREMA’

5.2.1 Avaliação da porcentagem de queda das folhas

A aplicação exógena de ABA mostrou-se eficaz na senescência e queda das folhas das cultivares Daiane e Fuji Suprema. Para a ‘Daiane’, a concentração de 750 mg.L^{-1} já foi suficiente para induzir 100% de queda das folhas na primeira safra. Entretanto, foi observada diferença entre as concentrações de ABA utilizadas. Menores concentrações já se mostraram mais eficazes em relação às concentrações maiores e ao controle (Figura 5).

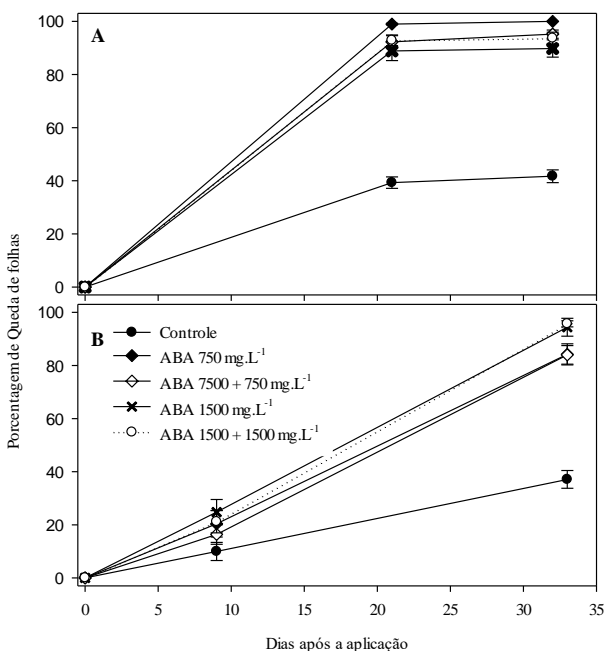
Já para a ‘Fuji Suprema’ os maiores percentuais de queda de folhas foram observados nas maiores concentrações na primeira safra. Houve diferença entre as concentrações e aplicações de dose única e duas doses, menores concentrações se mostraram eficientes e desfolharam tão prontamente quanto a maior concentração (Figura 6).

No primeiro ano, os maiores percentuais de desfolha foram alcançados aos 21 dias após o tratamento (DAT). Ao contrário do primeiro ano, no segundo ano a queda das folhas foi prolongada, alcançando os maiores percentuais aos 33 DAT. Todos os tratamentos com ABA promoveram a senescência e queda das folhas, enquanto que as plantas controle permaneceram com folhas até o final do outono. Somente com a ocorrência das primeiras geadas no mês de junho ocorreu a queda das folhas.

Segundo Zhao et al. (2015), o ABA desempenha um papel crucial na sobrevivência das plantas em condições de estresse hídrico, promovendo o fechamento dos estômatos, inibição do crescimento, dormência das gemas e senescência foliar. No caso de situações de estresse hídrico ocorre o acúmulo de ácido abscísico, reduzindo a condutância estomática, devido seus estômatos ficarem mais tempo fechados (TAIZ; ZEIGER, 2013). Portanto, um possível acúmulo de ABA decorrente do estresse hídrico pode ter sido o motivo da desfolha mais acentuada, em todos os tratamentos

com ABA no primeiro ano, concordando com os resultados encontrados por Gomez-Cadenas et al. (1996) e Meyer (2014). Outra justificativa dos maiores percentuais de desfolha é pelo fato do ABA ser responsável pela senescência foliar de forma independente ao etileno (ZHAO et al., 2015).

Figura 5. Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Daiane’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) Outono de 2013; B) Outono de 2014.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Figura 6. Porcentagem de queda de folhas em plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). A) Outono de 2013; B) Outono de 2014.

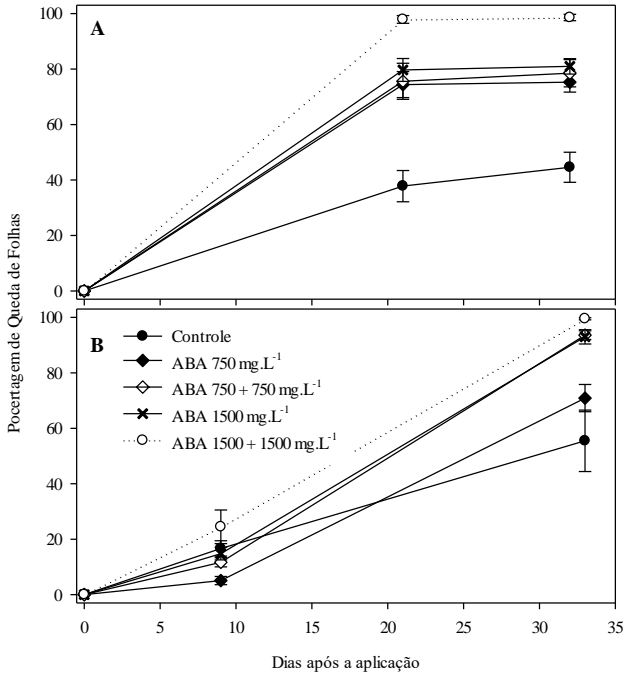
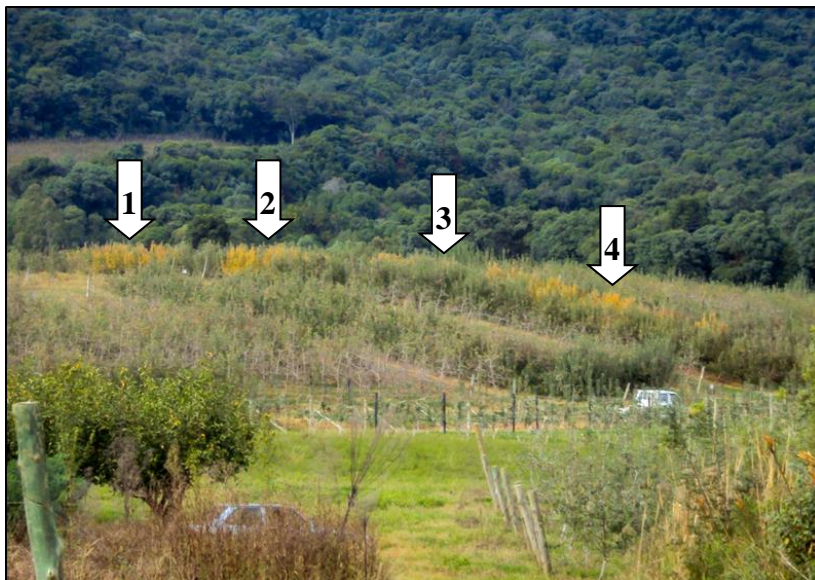


Figura 7. Queda de folhas 33 dias após o tratamento com ABA em macieiras 'Daiane' (A e B) e 'Fuji Suprema' (C e D), safra 2013/2014. A e C) Controle. B e D) ABA 750 mg.L⁻¹.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Figura 8. Efeito desfolhante 33 dias após o tratamento com ABA na cv. Daiane, safra 2013/2014. 1) ABA 750 mg.L⁻¹; 2) ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹; 3) Controle; 4) ABA 750 + 750 mg.L⁻¹.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2.2 Brotação de gemas axilares e avaliação fenológica

As brotações de gemas axilares na cv. Daiane na safra 2013/2014 foram superiores nos tratamentos controle, ABA 750 e ABA 1500 mg.L⁻¹, porém, na safra 2014/2015, nenhum tratamento diferiu entre si. Somente na avaliação das gemas axilares de flores, o controle foi superior aos demais tratamentos com ABA (Tabela 1).

Na Tabela 2, na primeira safra não observa-se diferença no percentual de brotações de gemas axilares na cv. Fuji Suprema entre os tratamentos com ABA. Já na safra seguinte os tratamentos controle, ABA 750 e ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ apresentaram os maiores percentuais de brotações.

Os resultados concordam com Guak et al. (1998), utilizando ureia e ABA como desfolhantes em plantas de macieira ‘Gala’/M26, os quais verificaram que ureia aumentou o nível de N nas folhas e reserva em todos os tecidos. Já os tratamentos com ABA aumentaram a senescência das folhas e a mobilização de N, não afetando as brotações. Como afirma Kawamata et al. (2002), o ABA induz a dormência e mantém sua intensidade, contudo, não tem efeito na brotação.

Tabela 1. Avaliações de gemas axilares de brindilas na macieira ‘Daiane’ submetidas a diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2013 e 2014.

Tratamentos	Avaliações de gemas Axilares de Brindila (%)		
	2013/2014 ¹	2014/2015 ²	
	GAB ³	GAB	GAF ⁴
Controle	43,4 a	41,2 ^{ns}	21,9 a
ABA 750 mg.L ⁻¹	44,9 a	38,6	9,7 b
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	35,5 b	44,8	12,1 b
ABA 1500 mg.L ⁻¹	55,2 a	46,1	3,8 c
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	36,4 b	39,3	9,9 b
CV (%)	45,1	47,4	139,5

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). ¹Na safra 2013/2014 foram marcados cinco ramos por planta, totalizando 30 ramos por tratamento. ²Na safra 2014/2015 foram marcados dez ramos por planta, totalizando 60 ramos por tratamento. ³GAB: Gemas Axilares Brotadas. ⁴GAF: Gemas Axilares com Flor. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 2. Avaliações de gemas axilares de brindilas na macieira ‘Fuji Suprema’ submetidas a diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2013 e 2014.

Tratamentos	Brotações de gemas axilares de brindila (%)	
	2013/2014 ¹	2014/2015 ²
Controle	81,4 ^{ns}	66,7 a
ABA 750 mg.L ⁻¹	81,0	68,2 a
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	77,0	57,6 b
ABA 1500 mg.L ⁻¹	73,7	53,3 b
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	74,4	64,4 a
CV (%)	23,28	28,2

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). ¹Na safra 2013/2014 foram marcados cinco ramos por planta, totalizando 30 ramos por tratamento. ²Na safra 2014/2015 foram marcados dez ramos por planta, totalizando 60 ramos por tratamento. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Na cv. Daiane durante a avaliação dos estádios fenológicos em gemas terminais observou-se que, o início da brotação (C3) foi antecipado dois dias em todos os tratamentos com ABA em relação ao controle e a plena floração (F2) em um dia e meio. Na avaliação dos estádios fenológicos em esporões, o início da brotação foi antecipado em aproximadamente cinco dias na aplicação de ABA 1500 mg.L⁻¹ em relação ao controle. O tratamento ABA 1500 mg.L⁻¹ apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos, sendo o que mais antecipou o início da brotação. A plena floração foi antecipada em torno de dois e três dias no tratamento 4 em relação ao controle. O mesmo tratamento apresentou diferença significativa em relação aos demais, sendo o que mais anteciparam a plena floração (Tabela 3).

Na ‘Fuji Suprema’ a avaliação dos estádios fenológicos o início da brotação (C3) em gemas terminais foi atrasado em aproximadamente dois dias no tratamento 4 em relação aos demais. Porém a plena floração não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Em esporões o início das brotações foi antecipado em aproximadamente cinco dias nos tratamentos ABA 750 e ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ em relação aos demais tratamentos com ABA. Na plena floração não houve diferença entre os tratamentos .

No geral os resultados indicam que o ABA antecipou o início das brotações e a plena floração. Sugere-se que o ABA teve efeito na entrada da dormência das gemas, promovendo a uniformidade na brotação da cultura da macieira. Esse fato é de grande relevância, uma vez que a brotação e a floração antecipadas estão sujeitas à sofrer danos por geadas, fortes precipitações, ataque de pragas, podendo acarretar prejuízos diretos e indiretos ao produtor, tanto na polinização das flores, quanto na formação e desenvolvimento dos frutos. Por outro lado, a antecipação da floração propicia maior desenvolvimento dos frutos devido ao maior período de permanência dos frutos nas plantas, porém, a antecipação da floração não corresponde à antecipação da maturação dos frutos na mesma proporção (HAWERROTH et al., 2009).

Tabela 3. Número de dias desde a aplicação de Ácido Abscísico (ABA) até o início da Brotação (C3) e Plena Floração (F2) em gemas terminais de brindila e esporões na cv. Daiane. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Gemas terminais		Esporão	
	Início da brotação	Plena floração	Início da brotação	Plena floração
	----- NDAT ^{a,b} -----			
Controle	144,4 a	159,8 a	146,2 a	159,1 a
ABA 750 mg.L ⁻¹	143,5 b	158,9 b	145,2 a	158,5 a
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	143,1 b	158,4 b	143,8 b	157,1 b
ABA 1500 mg.L ⁻¹	143,1 b	159,1 b	140,8 c	155,9 c
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	142,5 b	158,5 b	145,1 a	158,6 a
CV (%)	2,07	0,90	2,43	1,48

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^a NDAT: Número de dias após o tratamento com ABA. ^b Aplicação do ABA foi realizada no dia 06/05/2014. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 4. Número de dias desde a aplicação de Ácido Abscísico (ABA) até o início da Brotação (C3) e Plena Floração (F2) em gemas terminais de brindila e esporões na cv. Fuji Suprema. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Gemas terminais		Esporão	
	Início da brotação	Plena floração	Início da brotação	Plena floração
	-----NDAT ^{a,b} -----			
Controle	141,6 b	153,6 ^{ns}	145,3 a	153,6 ^{ns}
ABA 750 mg.L ⁻¹	140,2 b	152,0	143,3 b	156,6
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	141,1 b	153,6	140,3 b	156,3
ABA 1500 mg.L ⁻¹	142,7 a	156,3	147,4 a	158,6
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	140,8 b	155,6	148,6 a	0 ^c
CV (%)	2,73	1,33	4,70	1,87

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). a NDAT: Número de dias após o tratamento com ABA. b Aplicação do ABA foi realizada no dia 06/05/2014. c O tratamento 5 por não ter brotado nenhum esporão de flor não foi considerado nas análises estatísticas. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2.3 Avaliação dos índices de clorofilas

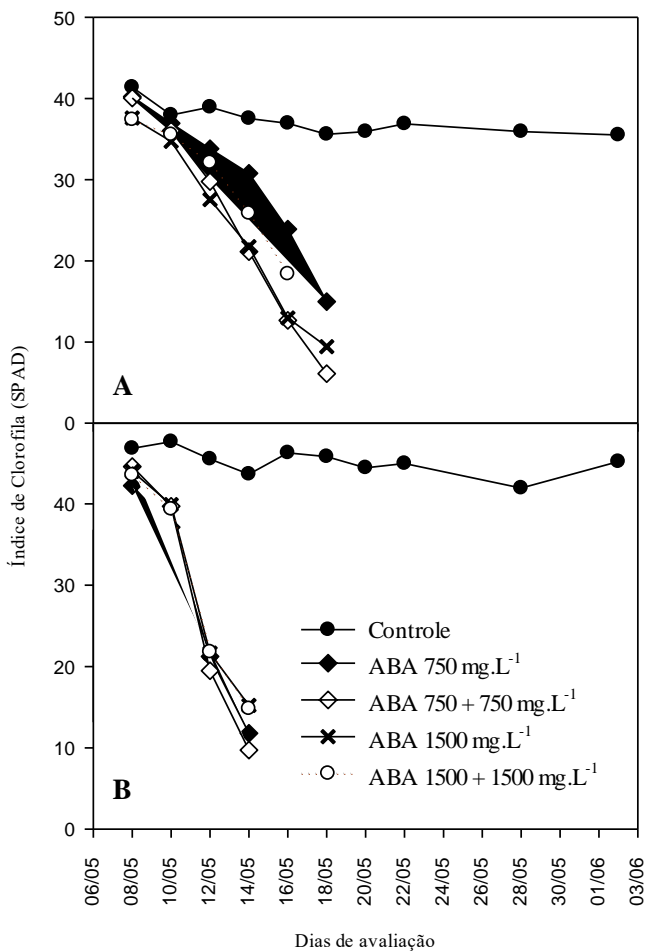
Os índices de clorofila (SPAD) das plantas adultas de macieira, medido dois dias após a aplicação dos tratamentos com ABA teve comportamento similar em ambas as cultivares no ano de 2014. A redução dos pigmentos nas folhas foi observada primeiramente na cultivar Daiane e após dois dias na cultivar Fuji Suprema (08/05 e 10/05 respectivamente), sendo que foi possível observar diferença apenas com uma aplicação do ABA no dia 06/05. Percebeu-se maior sensibilidade aos tratamentos com ABA, independentemente da concentração adotada, na ‘Daiane’. Nesta cultivar não se observou diferença entre os tratamentos de ABA, a não ser quando comparados com as plantas controle (Figura 9).

Já para ‘Fuji Suprema’, embora todos os tratamentos com ABA tenham promovido redução significativa dos pigmentos de clorofila em relação às plantas não tratadas, percebeu-se que os tratamentos com duas aplicações em datas distintas (06/05 e 15/05), ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ e ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ promoveram maior redução dos índices de clorofila (SPAD), seguidos pelo tratamento de ABA 1500 mg.L⁻¹ com uma única aplicação. O tratamento de ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ promoveu severa redução dos índices de clorofila, onde a queda das folhas ocorreu precocemente, três dias após a primeira aplicação, enquanto que os outros tratamentos ainda permaneceram com folhas até o aparecimento das primeiras geadas (Figura 9).

As plantas de macieira adultas foram acompanhadas, em relação ao índice de clorofila (SPAD), até a queda total das folhas. Na cultivar Daiane a degradação dos pigmentos ocorreu de forma mais acelerada nos tratamentos com ABA, quando comparados ao controle, e conseqüentemente, a queda de folhas também ocorreu de forma mais rápida e antecipada. As plantas não tratadas permaneceram com níveis de clorofila estáveis até as primeiras geadas que se formaram no mês de

junho nos dias 03, 04, 20, 21 e 01 de julho (Epagri-Ciram, 2015) as quais causaram a senescência e queda natural das folhas. Nas plantas de ‘Fuji Suprema’ observou-se comportamento similar ao descrito para ‘Daiane’, visto que todos os tratamentos com ABA causaram queda precoce das folhas, enquanto que as plantas não tratadas permaneceram com folhas até o final do outono, com índices altos de clorofila até 20/05 e 02/06, o que demonstrou a não entrada em senescência das plantas sem aplicação de ABA (Figura 9).

Figura 9. Índice de clorofila (SPAD) em plantas adultas de macieira submetidas a diferentes tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Cultivares: A) Daiane; B) Fuji Suprema



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2.4 Determinação da concentração de Carbono (C) e Nitrogênio (N), e a relação C/N, em ramos da macieira ‘Daiane’ e ‘Fuji Suprema’

Para a cv. Daiane não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e com a aplicação de ABA e nem entre as épocas de coleta dos ramos nos anos de 2013 e 2014. Contudo, de maneira geral, observa-se um decréscimo nos valores da relação C/N entre as épocas de coleta dos ramos. (Tabela 4/Tabela 5). Observa-se que em todos os tratamentos com ABA, em ambos os anos, as maiores relações C/N foram observadas na primeira ou segunda época de coleta dos ramos. Tal fato pode ter ocorrido pela mobilização do N das folhas para o lenho, durante o início do processo de senescência, promovendo a diminuição da relação C/N nos ramos devido ao aumento do N.

Tabela 4. Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Daiane submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.

Tratamentos	Relação Carbono / Nitrogênio em ramos			
	0	25	90	120
	----- DAT -----			
Controle	71,2 ^{ns}	67,8	55,1	54,5
ABA 750 mg.L ⁻¹	73,9	67,9	54,6	54,4
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	74,8	64,1	56,5	56,3
ABA 1500 mg.L ⁻¹	71,8	64,8	53,4	54,7
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	68,8	66,2	55,6	51,2

ns: não significativo ($p \geq 0,05$). CV (%) 11,36. DAT: Dias após os tratamentos com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 5. Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Daiane submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Relação Carbono / Nitrogênio em ramos			
	0	25	90	120
	----- DAT -----			
Controle	66,0 ^{ns}	55,4	58,0	56,7
ABA 750 mg.L ⁻¹	66,1	58,4	56,4	56,7
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	69,9	55,4	58,5	58,8
ABA 1500 mg.L ⁻¹	68,2	55,2	58,9	58,8
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	70,7	56,1	58,9	56,5

ns: não significativo ($p \geq 0,05$). CV (%) 7,84. DAT: Dias após os tratamentos com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

A cv. Fuji Suprema apresentou o mesmo comportamento que a cv. Daiane, sendo observado que dentre as médias da relação C/N entre as épocas de coleta, a primeira teve relação C/N maior, a qual foi diminuindo no decorrer das épocas (Tabela 6; Tabela 8).

De acordo com os dados apresentados, pode-se inferir que ambas as cultivares diminuem a relação C/N nos ramos de acordo com a época de coleta, o que pode estar associado com a aplicação de ABA. De acordo com as análises foliares (Tabela 8. Análise foliar de macronutrientes (g.kg⁻¹ de massa seca) aos oito dias após tratamentos com Ácido abscísico (ABA) na cv. Daiane. Caçador, SC, 2014. Observa-se que a concentração de N nas folhas aos 8 dias após o tratamento com ABA diminuiu em relação às plantas controle que não receberam o tratamento, indicando que possivelmente o N foi realmente mobilizado das folhas para o lenho.

Tabela 6. Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Fuji Suprema submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.

Tratamentos	Relação Carbono / Nitrogênio em ramos			
	0	25	90	120
----- DAT -----				
Controle	68,4 ^{ns}	63,4	54,4	53,3
ABA 750 mg.L ⁻¹	69,2	66,5	54,4	54,1
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	70,5	66,6	55,3	57,7
ABA 1500 mg.L ⁻¹	69,6	69,7	59,8	66,2
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	69,3	64,3	54,3	52,7

ns: não significativo ($p \geq 0,05$). CV (%) 9,07. DAT: Dias após os tratamentos com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 7. Médias da relação Carbono e Nitrogênio (C/N) nas quatro diferentes épocas de coleta dos ramos na cv. Fuji Suprema submetidos a aplicação de cinco diferentes concentrações de Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Relação Carbono / Nitrogênio em ramos			
	0	25	90	120
----- DAT -----				
Controle	73,0 ^{ns}	62,2	61,3	56,3
ABA 750 mg.L ⁻¹	71,5	58,3	58,9	54,3
ABA 750 + 750 mg.L ⁻¹	74,1	64,7	61,2	59,8
ABA 1500 mg.L ⁻¹	63,7	61,6	62,2	59,7
ABA 1500 + 1500 mg.L ⁻¹	65,4	65,6	57,3	61,7

ns: não significativo ($p \geq 0,05$). CV (%) 12,15. DAT: Dias após os tratamentos com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2.5 Análise Mineral das Folhas

Em relação aos macronutrientes nas folhas, na cv. Daiane, oito DAT, observou-se que a concentração de N diminuiu em todos os tratamentos com ABA em relação ao controle. Com relação ao P, as plantas controle e a aplicação de ABA 750 + 750 e ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ proporcionaram maiores teores do nutriente na folha com relação aos demais tratamentos. Já para o Ca, as plantas submetidas a aplicações de ABA 750 + 750 e ABA 1500 mg.L⁻¹ apresentaram os maiores teores do nutriente. Em relação ao K, as plantas controle e tratadas com ABA 750 e ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ foram as que apresentaram maiores teores do nutriente. Por outro lado, os teores de Mg não diferiram entre o controle e os tratamentos com ABA (Tabela 8).

Aos 175 DAT, na cultivar Daiane, observou-se que os tratamentos com ABA 1500 e ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ apresentaram maiores teores de N e Mg em comparação aos demais tratamentos. O controle apresentou menores teores de N em relação à aplicação de ABA, independentemente da concentração e do número de aplicações. Não houve diferença nos valores P, K e Ca para essa data de avaliação (Tabela 9).

Para a 'Fuji Suprema', oito DAT, o controle proporcionou maiores teores de N na folha em relação aos demais tratamentos. O ABA 750 mg.L⁻¹ proporcionou às folhas maiores doses de N em comparação aos demais tratamentos com ABA. Em relação ao P e K, não houve diferença entre os tratamentos. O controle e a aplicação de ABA 750 mg.L⁻¹ proporcionaram menores teores de Ca na folha em relação aos demais tratamentos. Os maiores teores de Mg foram verificados nas folhas das plantas tratadas com ABA 750 e ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ (Tabela 10).

Já 175 DAT, na cv. Fuji Suprema, os tratamentos ABA 1500 e ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ apresentaram maiores teores de N em comparação aos demais tratamentos. Com relação aos

teores de K, a aplicação de ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ proporcionou menores teores do nutriente nas folhas. Os teores de P, K, e Mg não apresentaram diferença significativa para essa data de avaliação (Tabela 11).

De acordo com os dados apresentados, é possível inferir que o N foi mobilizado em função dos tratamentos com ABA. Trabalho semelhante com videiras submetidas à aplicação de etefom apresentaram maiores teores de N em relação às plantas não tratadas, sugerindo que o etefom pode ter favorecido a maior redistribuição do nutriente das folhas para raiz (SCHENATO et al., 2007). O ABA, logo após a aplicação, apresentou influência no metabolismo de reservas foliares, acelerando a mobilização de nitrogênio. Entre os nutrientes, o N é um dos principais precursores do crescimento da planta, sendo importante para a brotação das gemas (BI; SCAGEL, 2009), podendo na sua deficiência refletir no baixo pegamento dos frutos (FISCHER, 2007). De acordo com Nachtigall e Dechen (2006), o aumento no teor foliar de Ca está relacionado à sua imobilidade em tecidos vegetais e inexistência de redistribuição para outros órgãos (SZWONEK; WOJCIK, 2002; LANAUSKAS; KVIKLIENE, 2006).

Tabela 8. Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos oito dias após tratamentos com Ácido abscísico (ABA) na cv. Daiane. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Nutrientes das Folhas 8 DAT				
	N	P	K	Ca	Mg
	----- g.kg^{-1} (massa seca) -----				
Controle	17,5 a	1,8 a	17,1 a	17,7 b	2,8 ^{ns}
ABA 750 mg.L^{-1}	10,1 b	1,6 b	17,7 a	17,9 b	2,7
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	10,4 b	1,7 a	17,0 a	20,6 a	2,5
ABA 1500 mg.L^{-1}	9,2 b	1,5 b	14,0 b	19,4 a	3,2
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	9,2 b	1,8 a	14,5 b	18,5 b	2,8
CV (%)	10,1	9,4	12,9	5,7	13,4

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). DAT: Dias após o tratamento com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 9. Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos 175 dias após o tratamento na cv. Daiane, em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Nutrientes Folhas 175 DAT				
	N	P	K	Ca	Mg
	----- g.kg^{-1} (massa seca) -----				
Controle	16,7 c	2,0 ^{ns}	17,8 ^{ns}	12,1 ^{ns}	1,9 b
ABA 750 mg.L^{-1}	19,5 b	2,1	17,6	12,4	1,9 b
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	20,8 b	1,9	18,3	12,6	1,9 b
ABA 1500 mg.L^{-1}	25,4 a	1,7	18,1	12,3	2,0 a
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	25,0 a	2	17,5	12,5	2,1 a
CV (%)	12,2	10,8	4,5	2,9	6,8

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). DAT: Dias após o tratamento com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 10. Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos oito dias após o tratamento na cv. Fuji Suprema, em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Nutrientes Folhas 8 DAT				
	N	P	K	Ca	Mg
	----- g.kg^{-1} (massa seca) -----				
Controle	18,9 a	1,6 ^{ns}	16,5 ^{ns}	15,0 b	2,2 b
ABA 750 mg.L^{-1}	16,3 b	1,6	17,5	16,0 b	2,4 a
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	14,5 c	1,5	17,8	17,1 a	1,8 b
ABA 1500 mg.L^{-1}	15,1 c	1,5	18,0	17,1 a	1,8 b
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	15,1 c	1,6	16,9	17,9 a	2,6 a
CV (%)	6,6	10,2	9,0	6,8	17,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). DAT: Dias após o tratamento com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 11. Análise foliar de macronutrientes (g.kg^{-1} de massa seca) aos 175 dias após o tratamento na cv. Fuji Suprema, em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Nutrientes Folhas 175 DAT				
	N	P	K	Ca	Mg
	----- g.kg^{-1} (massa seca) -----				
Controle	23,6 b	2,5 ^{ns}	15,3 a	16,1 ^{ns}	2,1 ^{ns}
ABA 750 mg.L^{-1}	21,1 c	2,8	15,7 a	16,3	2,0
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	24,6 b	2,8	14,4 a	15,7	1,9
ABA 1500 mg.L^{-1}	26,6 a	2,8	14,9 a	15,6	1,8
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	27,3 a	2,3	12,9 b	16,2	2,0
CV (%)	7,1	12,9	6,7	4,3	10,7

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). DAT: Dias após o tratamento com ABA. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2.6 Produção por planta

Na safra 2013/2014, a produção (kg.planta^{-1} e $\text{frutos.planta}^{-1}$) para a cv. 'Daiane' foi maior nos tratamentos 3 e 5. Observou-se que plantas tratadas com ABA em concentrações com duas aplicações teve maior produção embora que, em relação ao número de frutos por planta, apenas a menor concentração foi igual a controle (Tabela 12). Já na safra 2014/2015, as plantas que apresentaram melhor produção foram nos tratamentos controle e ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1} . Não houve diferença em frutos por planta entre os tratamentos, entretanto, os tratamentos 1, 2, 3 e 5 apresentaram maior massa fresca dos frutos (Tabela 13).

Para a cv. Fuji Suprema na safra 2013/2014 não houve diferença entre os tratamentos de desfolha e o controle. Entretanto na safra 2014/2015 a produção (kg.planta^{-1} e $\text{frutos.planta}^{-1}$) foi menor em relação ao ano anterior em todos os tratamentos, porém, a massa fresca média dos frutos (g.fruto^{-1}) foi superior nos tratamentos 3 e 4 atingindo cerca de 117 e 116 g respectivamente (Tabela 15 e 16).

Os resultados de produção em ambas as cultivares e em ambos os anos não oferecem subsídios para afirmar que a aplicação de ABA promove melhoria no rendimento da cultura. Uma vez que as plantas utilizadas no experimento nunca haviam recebido tratamento com ABA, é possível que aumentos de produtividade sejam mais efetivos após alguns anos de aplicação do produto, sendo seu efeito possivelmente cumulativo devido ao ABA promover uma melhor regularização do ciclo vegetativo e mobilização de alguns nutrientes das folhas que entram em senescência para os ramos, possibilitando, assim, um aumento no acúmulo de nutrientes no lenho ano após ano e que podem acarretar em aumento de produção.

Tabela 12. Produção (kg.planta^{-1} , $\text{frutos.planta}^{-1}$) e massa fresca média dos frutos (g.fruto^{-1}) em macieira ‘Daiane’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		
	kg.planta^{-1}	$\text{frutos.planta}^{-1}$	Massa fresca dos frutos (g)
Controle	27,2 b	177,0 b	152,1 b
ABA 750 mg.L^{-1}	30,2 b	172,5 b	175,4 a
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	45,9 a	267,7 a	174,4 a
ABA 1500 mg.L^{-1}	35,1 b	228,3 a	154,8 b
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	39,9 a	245,8 a	161,6 b
CV (%)	22,2	23,3	9,3

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 13. Produção (kg.planta^{-1} , $\text{frutos.planta}^{-1}$) e massa fresca média dos frutos (g.fruto^{-1}) em macieira ‘Daiane’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2014/2015. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		
	kg.planta^{-1}	$\text{frutos.planta}^{-1}$	Massa fresca dos frutos (g)
Controle	16,7 a	114,5 ^{ns}	146,7 a
ABA 750 mg.L^{-1}	10,9 b	76,2	145,5 a
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	12,5 b	87,7	144,7 a
ABA 1500 mg.L^{-1}	12,3 b	96	126,3 b
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	16,2 a	116,8	137,3 a
CV (%)	27,5	27,7	8,1

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 14. Produção (kg.planta^{-1} , $\text{frutos.planta}^{-1}$) e massa fresca média dos frutos (g.fruto^{-1}) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2013/2014. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		
	kg.planta^{-1}	$\text{frutos.planta}^{-1}$	Massa fresca dos frutos (g)
Controle	40,0 ^{ns}	375,2 ^{ns}	106,7 ^{ns}
ABA 750 mg.L^{-1}	32,4	280,7	115,1
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	42,8	381,5	112,8
ABA 1500 mg.L^{-1}	51,2	459,3	110,5
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	43,1	425,3	102,8
CV (%)	26,6	26,2	8,4

ns: não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 15. Produção (kg.planta^{-1} , $\text{frutos.planta}^{-1}$) e massa fresca média dos frutos (g.fruto^{-1}) em macieira ‘Fuji Suprema’ submetida a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), na safra 2014/2015. Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	Produção		Massa fresca dos frutos (g)
	kg.planta^{-1}	$\text{frutos.planta}^{-1}$	
Controle	6,0 ^{ns}	57,7 ^{ns}	103,5 b
ABA 750 mg.L^{-1}	9,1	86,3	108,1 b
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	11,3	95,2	117,5 a
ABA 1500 mg.L^{-1}	8,4	70,7	116,3 a
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	5,3	49,2	102,4 b
CV (%)	56,5	56,1	9,5

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: produção do próprio autor, 2016.

5.2.7 Eficiência produtiva

Para a cv. Daiane não houve diferença significativa na eficiência produtiva nas duas safras onde foi realizado o estudo (Tabela 16). Para a cv. Fuji Suprema houve diferença entre os tratamentos 1, 3, 4 e 5 na safra 2013/2014. Porém no segundo ano não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 17).

A eficiência produtiva, assim como a produção por planta, não apresentou diferenças significativas indicando que a aplicação do ABA possa ter promovido melhoria nessa característica. Mesmo na cv. Fuji Suprema na safra 2013/2014 onde foi observada diferença entre os tratamentos, as aplicações de doses maiores de ABA não diferiram do controle. Devido a isso, existe a hipótese de que o aumento da eficiência produtiva também deve ter um efeito cumulativo com aplicações sucessivas de ABA ao longo dos anos.

Tabela 16. Eficiência produtiva (kg.cm^{-2} e frutos.cm^{-2}) em macieiras 'Daiane' submetidas a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Eficiência Produtiva			
	2013/2014		2014/2015	
	kg.cm^{-2}	frutos.cm^{-2}	kg.cm^{-2}	frutos.cm^{-2}
Controle	0,44 ^{ns}	2,87 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,43 ^{ns}
ABA 750 mg.L^{-1}	0,58	3,35	0,16	1,15
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	0,63	3,71	0,16	1,1
ABA 1500 mg.L^{-1}	0,51	3,32	0,16	1,24
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	0,62	3,83	0,21	1,51
CV (%)	25,9	27,8	30,5	32,1

ns: não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Tabela 17. Eficiência produtiva (kg.cm^{-2} e frutos.cm^{-2}) em macieiras 'Fuji Suprema' submetidas a diferentes concentrações de Ácido Abscísico (ABA), nas safras 2013/2014 e 2014/2015. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Eficiência Produtiva			
	2013/2014		2014/2015	
	kg.cm^{-2}	frutos.cm^{-2}	kg.cm^{-2}	frutos.cm^{-2}
Controle	0,79 a	7,40 a	0,09 ^{ns}	0,84 ^{ns}
ABA 750 mg.L^{-1}	0,53 b	4,58 b	0,12	1,09
ABA 750 + 750 mg.L^{-1}	0,80 a	7,24 a	0,16	1,33
ABA 1500 mg.L^{-1}	0,98 a	8,87 a	0,14	1,18
ABA 1500 + 1500 mg.L^{-1}	0,84 a	8,52 a	0,08	0,74
CV (%)	27,2	33,5	59,3	59,6

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: produção do próprio autor, 2016.

6 CONCLUSÕES

A aplicação de ABA induz a abscisão de folhas de macieiras no início do outono;

A aplicação exógena de ABA promove a abscisão das folhas em plantas jovens ('Granny Smith' e 'Fuji Suprema') e adultas ('Daiane' e 'Fuji Suprema') de macieira;

O ABA não afeta as brotações de gemas axilares e antecipa o início das brotações;

O ABA, logo após a aplicação, apresentou influência no metabolismo de reservas foliares, acelerando a mobilização de nitrogênio.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A queda natural das folhas em plantas caducifólias é o último estágio da folha na planta depois de findado o seu processo de senescência, o qual pode ocorrer naturalmente no final do ciclo, ou pode ser induzido precocemente por um desfolhante artificial, ou um patógeno que acelera sua senescência desencadeando o processo de abscisão.

Devido a diversos problemas associados com a irregularidade climática nas regiões produtoras de maçãs no sul do Brasil, o processo de queda das folhas é demasiadamente prolongado comparativamente com regiões produtoras de clima temperado típico, sendo a aplicação exógena de ácido abscísico uma ferramenta eficaz para induzir o processo de senescência das folhas.

Deve-se considerar que os resultados do presente estudo são relativos as safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015 e, portanto, são influenciados pelas condições climáticas desse período. Em ambas as safras as condições meteorológicas foram bastante distintas no decorrer da safra, apresentando grandes variações e que podem acarretar em alterações na eficiência do produto de um ano para o outro.

Outro fator pode ter afetado a eficiência está relacionado com a época de aplicação nas diferentes cultivares. Uma vez que as cultivares apresentam o comportamento fenológico distinto, é possível que a época de aplicação pode não ter sido a ideal devido as aplicações terem sido realizadas no mesmo dia. No caso de ‘Granny Smith’ por ter o ciclo mais longo que ‘Daiane’ acredita-se que uma aplicação mais tardia poderia ser mais eficiente na indução da senescência.

Por isso, estudos complementares com épocas de aplicação diferente em diferentes cultivares, concentrações e a associação desta tecnologia com outras (aplicação de ABA em conjunto com etefom, proexadione de cálcio...) devem ser realizados. Além disso, também deve ser estudado mais

profundamente o metabolismo dos açúcares solúveis e verificar se o efeito cumulativo do ABA ao longo dos anos influencia no conteúdo de reservas das plantas e o metabolismo do N no lenho.

Devido as oscilações climáticas acentuadas e, especialmente ao longo período de crescimento vegetativo das plantas de macieira no sul do Brasil, o conhecimento sobre a resposta das plantas a uma desfolha induzida é muito importante, pois pode servir como alternativa de regularização da fenologia, permitindo facilitar os manejos devido a regularização do ciclo e, com isso, permitir o aumento da lucratividade dos pomares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABF - **Anuário brasileiro da Fruticultura 2014** / Erna Regina Reetz ... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015.
- ANEJA, M.; GIANFAGNA, T.; NG, E. The roles of abscisic acid and ethylene in the abscission and senescence of cocoa flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 27, n. 3, p. 149-155, 1999.
- BATAGLIA, O.C. et al. Métodos de Análise Química de Plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico nº 78).
- BI, G.; SCAGEL, C. Effects of fall applications of chemical defoliants, urea, and gibberellic acid on defoliation in the fall and performance of Hidrangeas during forcing. **HortScience**, Alexandria, v. 44, n. 6, p. 1604-1607, 2009.
- BOTELHO, R. V. PIRES, E. J. P. Quebra induzida. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**. n. 21, 2003. Disponível em : <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/quebra-induzida>>. Acesso em 30 mai. 2016.
- BONETI, J.I.S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.37-57, 2006.
- CAMILO, A. P. Reguladores de crescimento. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, p. 661-689, 2006.
- CANTÍN, C. L.; FIDELIBUS, M. W.; CRISOSTO, C. H. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red

color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.46, n.3, p.237-241, 2007.

CHENG, L.; DONG, S.; FUCHIGAMI, L.H. Urea uptake and nitrogen mobilization by apple leaves in relation to tree nitrogen status in autumn. **J. Hort. Sci. Biotechnology**. v. 77, p. 13–18, 2002.

CHENG, L.; FUCHIGAMI, L.H. Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. **Tree Physiology**. v. 22, p. 1297–1303, 2002.

CHENG, L.; XIA, G. Growth and fruiting of young 'Concord' grapevines in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. **HortScience**. v. 129, p. 660–666, 2004.

DONG, S.; CHENG, L.; FUCHIGAMI, L. H. Effects of urea and defoliant-cuedta in a single or a mixed application in the autumn on n reserves and regrowth performance of young 'Fuji'/M26 apple trees. **Acta Horticulture**, n. 636, p. 29-34, 2004.

DRIS, R; NISKANEN, R; FALLAHI, E. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivar grown in Finland. **J. Jornal of Plant Nutrition**, 21: 2389-2402, 1998.

ESPERANÇA, C. F. et al. Indução da senescência das folhas em plantas de macieira. **Revista Congrega Urcamp** (CD-Rom), v.10, p.166, 2014.

FAGAN, E. B. et al. Ácido Abscísico. **In: Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. Ed. Andrei. pg. 155-169, 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statical Databases**. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> > Acesso em 02 de fevereiro de 2016.

FERREIRA, D.F. SISVAR – Programa Estatístico. Versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

GARDIN, J.P.P. et al. Ácido Abscísico e Etefom: Influência Sobre a Maturação e Qualidade das Uvas Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 2, p. 321-327, 2012.

GERDTS, M. H. et al. Chemical defoliation of fruit trees. **California Agriculture**, v.4, n.1, p.19, 1977.

GREENE, D.W. Endogenous Hormones and Bioregulator Use on Apples. In: **Apples botany, production and Uses**. ed. Cabi publishing. United States – EUA. p. 437-459, 2003.

GROVE, G.G. et al. Diseases of Apple. In: **Apples botany, production and Uses**. ed. Cabi publishing. United States – EUA. p. 459-489, 2003.

HAWERROTH, F. J. et al Fenologia, brotação de gemas e produção de frutos de macieira em resposta à aplicação de cianamida hidrogenada e óleo mineral. **Bragantia**, Campinas, 68(4), 961-971, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro – RJ, v.25, n.02, p.1-88, fev.2012.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis - SC, p.59-104, 2006.

JOHNSON, D. S. Influence of phosphorus sprays on the storage quality of apples. **Acta Horticulture**, 92: 327-328, 1980.

KAWAMATA, M. et al. Changes in the intensity of bud dormancy and internal compositions of current shoot in fig. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 177-182, 2002.

KERBAUY, G. B; Fisiologia Vegetal. **Ácido Abscísico**. Editora: Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro - RJ, 2004.

KLIEWER, W.M. Fisiologia da videira: como produz açúcar uma videira? Tradução de Celso V. Pommer e Ilene R. S. Passos. Campinas, Instituto Agronômico, **Documentos IAC** – p. 20, 1990.

KOPPEN, W. Climatología: con un estudio de los climas de la tierra. México. **Fondo de cultura económica**, 1948. 478p.

KOSTER, K. L.; LYNCH, D. V. Solute accumulation and compartmentation during the cold acclimation of Puma Rye. *Plant Physiol.* 98, p. 108-113, 1992.

KRETZSCHMAR. A. A.; MARODIN. G. A. B.; DUARTE. V.D. Ocorrência e intensidade de *Marssonina mali* em macieira cv. Eva nas condições da depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 145-147, 2005.

KREUZ, L.; SOUZA, A.; CUNHA, Z.K. Estratégias competitivas para agronegócios: análise e resultados para o

caso da maçã brasileira. **Revista Eletrônica Administradores sem Fronteiras**, França, n. 02, p. 1-16, 2005.

KREUZ, L.; SOUZA, A.; PETRI, J.L. Impacto da intensificação da densidade de plantio na rentabilidade em duas cultivares de macieira em Fraiburgo-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 240-243, 2006.

LABCONCQ. **To Kjeldahl Nitrogen determination methods and apparatus**. Expotech USA, Houston, Texas, USA. 2005.

LACAMPAGNE, S.; GAGNÉ, S.; GÉNY, L. Involvement of Abscisic Acid in Controlling the Proanthocyanidin Biosynthesis Pathway in Grape Skin: New Elements Regarding the Regulation of Tannin Composition and Leucoanthocyanidin Reductase (LAR) and Anthocyanidin Reductase (ANR) Activities and Expression. **Journal Plant Growth Regulation**, New York, v.28, p.81-90, 2010.

LANAUSKAS, J. KVIKLIENE, N. Effect of calcium foliar application on stone fruit quality characteristics of 'Sinap Orlovskij' apple. **Agronomy Research**, 4: 31-36, 2006.

LARSEN, F.E.; HIGGINS, S.S. Abscisic acid as a potencial deciduous fruit tree nurse stock defoliant. **HortTechnology**, Alexandria, v. 8, p. 47-51, 1998.

LAVEE, S. Dormancy and break in warm climates; consideration of growth regulator involvement. **Acta Horticulture**, 34:255-264, 1973.

LESKOVAR, D. I. et al. ABA to enhance water stress tolerance of vegetable transplants. **Acta Horticulture**, v. 782, p.253-264, 2008.

LIM, P. O.; KIM, H.J.; NAM, H.G. Leaf Senescence. **Annual Review of Plant Biology** Vol. 58: 115-136 (Volume publication date June 2007). First published online as a Review in Advance on December 19, 2006.

MACIEIRAS, ABSCISÃO FOLIAR EM. **GERALDINE DE ANDRADE MEYER**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade do Estado de Santa Catarina.

MEYER, G. de A. et al. Metodologia para determinação da zona de abscisão foliar em pomáceas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.6, p.982-986, jun, 2014.

MEYER, G.A. et al. Desfolha química em mudas de Fuji Suprema em viveiro comercial. **Jornal da Associação Gaúcha de produtividade de Maçã - AGAPOMI**. Vacaria - RS, ed.232, p. 10-11, 2013.

MEYER, G.A. et al. Desfolha da macieira ‘Royal Gala’ com cloreto de cálcio. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...**, Bento Gonçalves – RS, p.3295-3298, 2012.

MURTIC, S. et al. **Academic Journals Review**: Foliar nutrition in apple production Senad. African Journal of Biotechnology Vol. 11 (46), June, 2012.

NIEDERHUTH, C. E. et al. C. Letting Go is Never Easy: Abscission and Receptor- Like Protein Kinases. **Journal of Integrative Plant Biology**, 55 (12): 1251–1263, 2013.

OLSEN, J. E. Mechanisms of Dormancy Regulation. **Acta Horticulture**, (727), p. 157-166. 2006.

OUZOUNIS, T.; GREGORY A. LANG, G.A. Foliar Applications of Urea Affect Nitrogen Reserves and

Cold Acclimation of Sweet Cherries (*Prunus avium* L.) on Dwarfing Rootstocks. **HortScience**, 46 (7): 1015–1021, 2011.

PEREIRA, A.J.; PETRI, J.L. Poda e condução da macieira. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.391-418, 2006.

PERRING, M. A. Mineral composition of apples. VII. The relationship between fruit composition and some storage disorders. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 19, n. 4, p. 186-192, 1968.

PETRI, J.L. Fatores edafoclimáticos. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis - SC, p.105-111, 2006.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Consequences of Insufficient Winter Chilling on Apple Tree Bud-break. **Acta Horticulture**, n. 662, p.53-60, 2004.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A.C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis - SC, p.261-297, 2006.

PETRI, J.L. et al. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis. EPAGRI, 1996.110 p.

PÖTTER, G. H. et al. Desfolha parcial em videiras e seus efeitos em uvas e vinhos Cabernet Sauvignon da região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v.40, n.9, p. 2011-2016, 2010.

RAI, M. K. et al. The role of abscisic acid in plant tissue culture: a review of recent progress. Review. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. v. 106, n. 2, p. 179-190, 2011.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro – RJ, 6º ed., editora: Guanabara Koogan, 2001.

RUIZ, D.; CAMPOY, J. A.; EGEE, J. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. **Environmental & Experimental Botany**, 61(3), 2007.

SANHUEZA, R.M.V. Características e controle de *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*), agente causal da mancha das folhas e frutos da macieira. Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho. Embrapa Uva e Vinho. **Circular técnica**, 25. p.16, 1999.

SANHUEZA, R.M.V. et al. Características e Controle das Doenças de Verão na Produção Integrada de Maçã. In: **Manejo da Macieira no Sistema de Produção Integrada de Frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p.51-60. cap 2, 2006.

SANHUEZA, R.M.V.; BONETI, J.I.; ALVES, S.A.M. Características e controle de *Nectria galligena* nos países que a doença é endêmica. In: **Informe fitossanitário CIDASC e EPAGRI**, Florianópolis. n.1, p.10, 2012.

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

SCHENATO, P. G. et al. Influência do etefon na distribuição de nutrientes e carboidratos e sobre o crescimento em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, n. 2, p. 217-221, Agosto de 2007.

SCHVEITZER, B.; SUZUKI, A. **Métodos de análise foliar utilizados no Laboratório de Ensaio Químico da Epagri/EECd.** Doc. n 242. ISSN 0100-8986, Set. 2013.

SHARMA, J. N. et al. Studies on epidemiology and management of Marssonina blotch, the cause of premature leaf fall in apple. In: Integrated plant disease management. Challenging problems in horticultural and forest pathology. **Scientific Publishers**, Solan, India, p. 1-7, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Lincoln Taiz e Eduardo Zeiger; trad. Eliane Romanato Santarém et al., 3. ed. Porto Alegre: Artmed 2004.

TARTACHNYK, I.; BLANKE, M. Environmental Effects On Apple Tree Physiology. **Acta Horticulture**, n. 557, p. 465-471, 2001.

TARTACHNYK, I.; BLANKE, M. Key processes in leaf senescence of fruiting apple trees. **Acta Horticulture**, n. 636, p. 59-66, 2004.

THALHEIMER, M; PAOLI, N. Effectiveness of various leaf-applied biostimulators on productivity and fruit quality of apple. **Acta Horticulture**, n.594, p. 335-339, 2002.

TRIVEDI, P.C. Advantage in Plant Physiology. International Publishing House New Delhi, pp. 213-215, 2006.

TAYLOR, B.K. Storage and mobilization of nitrogen in fruit trees. **J. Austral. Inst. Agr. Sci.** v. 33, p. 23-29, 1967.

TITUS, J. S.; KANG, S. M. Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees. Horticultural Reviews (**Amer. Soc. Hort. Sci.**) v. 4, p. 204-246, 1982.

WOO, H.R. et al. Plant leaf senescence and death – regulation by multiple layers of control and implications for aging in general. **Journal of Cell Science**, v. 126, p. 4823-4833, 2013.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determination soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science** 37:29-38, 1934.

WEBSTER, A. D. Shoot growth. In: Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. p. 120-135, 2005.

YAMAMOTO, L. Y. et al. Application of abscisic acid (S-ABA) to cv. Isabel grapes (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*) for color improvement: Effects on color, phenolic composition and antioxidant capacity of their grape juice. **Food Research International**, v. 77, p. 572-583, 2015.

YURI, J.A. Efecto de la utilización de ABA y Ethephon en la cinética de defoliación, salida de receso, brotación y retorno floral en plantas de manzano cultivar Fuji/M9. **Boletín Técnico Pomáceas**, mayo, 2015a.

YURI, J.A. Evaluación de ethephon y ABA como defoliantes y sus efectos en la Salida de receso, brotación y retorno floral en manzanos cv. Ultra Red Gala. **Boletín Técnico Pomáceas**, julio, 2015b.

ZHAO, Y. et al. ABA receptor PYL9 promotes drought resistance and leaf senescence. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America – PNAS**. vol. 113 n. 7, nov. 2015.

APÊNDICE

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice A - Porcentagem de queda de folhas (11 DAT) em plantas de macieira ‘Fuji Suprema’ em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Fraiburgo, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	30207,7142	7551,92855	280,92	0,0000
Contraste 1	1	30043,2889	30043,2889	1117,56	0,0000
Contraste 2	1	39,8801	39,880090	1,483	0,2409
Contraste 3	1	11,2572	11,257210	0,419	0,5267
Contraste 4	1	7,2420	7,242010	0,269	0,6108
Contraste 5	1	152,8028	152,802810	5,684	0,0298
Bloco	4	56,3694	14,092350	0,524	0,7195
Erro	16	430,1250	26,882812		

CV: 7,00%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice B - Porcentagem de queda de folhas (26 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Fraiburgo, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	19739,5277	4934,882	204,24	0,0000
Contraste 1	1	19570,3312	19570,33	809,95	0,0000
Contraste 2	1	0,1932	0,193210	0,008	0,9299
Contraste 3	1	91,3853	91,3852	3,782	0,0696
Contraste 4	1	1,5132	1,513210	0,063	0,8056
Contraste 5	1	126,0960	126,0960	5,219	0,0363
Bloco	4	93,9642	23,49105	0,972	0,4498
Erro	16	386,5973	24,16233		

CV: 6,07%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice C - Porcentagem de queda de folhas (11 DAT) em plantas de macieira 'Granny Smith' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Fraiburgo, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	22663,8932	5665,9733	58,509	0,0000
Contraste 1	1	21725,2860	21725,286	224,35	0,0000
Contraste 2	1	25,792360	25,792360	0,266	0,6129
Contraste 3	1	9,781210	9,78121	0,101	0,7547
Contraste 4	1	293,980840	293,98084	3,036	0,1006
Contraste 5	1	642,722890	642,72289	6,637	0,0203
Bloco	4	946,443680	236,6109	2,443	0,0890
Erro	16	1549,419720	96,838733		

CV: 13,82%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice D - Porcentagem de queda de folhas (26 DAT) em plantas de macieira 'Granny Smith' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Fraiburgo, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	19830,2608	4957,56520	52,945	0,000
Contraste 1	1	19214,118	19214,1182	205,19	0,000
Contraste 2	1	68,853760	68,853760	0,735	0,4038
Contraste 3	1	98,031610	98,031610	1,047	0,3214
Contraste 4	1	201,241960	201,241960	2,149	0,1620
Contraste 5	1	249,300490	249,300490	2,662	0,1223
Bloco	4	339,383080	84,845770	0,906	0,4837
Erro	16	1498,189920	93,636870		

CV: 12,59%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice E - Porcentagem de queda de folhas (16 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	21239,49396	5309,87349	185,22	0,0000
Contraste 1	1	21189,16922	21189,1692	739,141	0,0000
Contraste 2	1	15,178240	15,178240	0,529	0,4773
Contraste 3	1	15,006250	15,006250	0,523	0,4798
Contraste 4	1	49,818240	49,818240	1,738	0,2060
Contraste 5	1	0,506250	0,506250	0,018	0,8959
Bloco	4	147,977320	36,994330	1,290	0,3152
Erro	16	458,676520	28,667282		

CV: 7,08%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice F - Porcentagem de queda de folhas (28 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	17805,3831	4451,3458	110,810	0,000
Contraste 1	1	17743,039	17743,039	441,687	0,000
Contraste 2	1	6,544810	6,544810	0,163	0,692
Contraste 3	1	52,075240	52,075240	1,296	0,272
Contraste 4	1	39,085290	39,085290	0,973	0,339
Contraste 5	1	12,409960	12,409960	0,309	0,586
Bloco	4	65,427904	16,356976	0,407	0,801
Erro	16	642,737656	40,171103		

CV: 8,26%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice G - Porcentagem de queda de folhas (16 DAT) em plantas de macieira 'Granny Smith' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	22365,4769	5591,3692	79,182	0,0000
Contraste 1	1	21638,6722	21638,672	306,435	0,0000
Contraste 2	1	1,984433	1,984433	0,028	0,8690
Contraste 3	1	1,698101	1,698101	0,024	0,8787
Contraste 4	1	341,523504	341,5235	4,836	0,0429
Contraste 5	1	337,632079	337,6321	4,781	0,0440
Bloco	4	257,474344	64,36859	0,912	0,4809
Erro	16	1129,82728	70,61420		

CV: 11,83%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice H - Porcentagem de queda de folhas (28 DAT) em plantas de macieira 'Granny Smith' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	5185.73893	1296.434734	18.707	0,0000
Contraste 1	1	4598.54381	4598.543812	66.354	0,0000
Contraste 2	1	6.403082	6.403082	0.092	0.7651
Contraste 3	1	19.541216	19.541216	0.282	0.6027
Contraste 4	1	264.282022	264.282022	3.813	0.0686
Contraste 5	1	329.308767	329.308767	4.752	0.0446
Bloco	4	66.566520	16.641630	0.240	0.9114
Erro	16	1108.8441	69.302759		

CV: 10,28%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 3000 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 1500 *versus* ABA 3000 [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 1500 + 1500 *versus* ABA 3000 + 3000 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice I - Porcentagem de queda de folhas (21 DAT) em plantas de macieira 'Daiane' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	14464,02624	3616,00656	96,656	0,0000
Contraste 1	1	14092,8683	14092,8683	376,701	0,0000
Contraste 2	1	163,910208	163,910208	4,381	0,0493
Contraste 3	1	49,654008	49,654008	1,327	0,2629
Contraste 4	1	353,493075	353,493075	9,449	0,0060
Contraste 5	1	1,098075	1,098075	0,029	0,8657
Bloco	5	78,643337	15,728667	0,420	0,8290
Erro	20	748,225513	37,411276		

CV: 7,40%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice J - Porcentagem de queda de folhas (32 DAT) em plantas de macieira 'Daiane' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	13795,58011	3448,89502	110,168	0,0000
Contraste 1	1	13478,1125	13478,1124	430,533	0,0000
Contraste 2	1	70,228408	70,228408	2,243	0,1498
Contraste 3	1	45,747075	45,747075	1,461	0,2408
Contraste 4	1	310,083333	310,083333	9,905	0,0051
Contraste 5	1	6,077633	6,077633	0,194	0,6642
Bloco	5	87,499147	17,499829	0,559	0,7300
Erro	20	626,113487	31,305674		

CV: 6,65 %

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice K - Porcentagem de queda de folhas (09 DAT) em plantas de macieira 'Daiane' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	766,063147	191,515787	2,694	0,0605
Contraste 1	1	554,098163	554,098163	7,794	0,0113
Contraste 2	1	48,400833	48,400833	0,681	0,4190
Contraste 3	1	38,163333	38,163333	0,537	0,4723
Contraste 4	1	56,680533	56,680533	0,797	0,3825
Contraste 5	1	69,024033	69,024033	0,971	0,3362
Bloco	5	1294,272627	258,854525	3,641	0,0167
Erro	20	1421,811173	71,090559		

CV: 45,44%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice L - Porcentagem de queda de folhas (33 DAT) em plantas de macieira 'Daiane' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	13929,109	3482,277387	50,609	0,0000
Contraste 1	1	13203,553	13203,55323	191,890	0,0000
Contraste 2	1	0,070533	0,070533	0,001	0,9748
Contraste 3	1	5,413633	5,413633	0,079	0,7820
Contraste 4	1	312,52813	312,528133	4,542	0,0457
Contraste 5	1	410,90403	410,904033	5,972	0,0239
Bloco	5	178,87631	35,775262	0,520	0,7582
Erro	20	1376,1596	68807979		

CV: 10,49%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice M - Porcentagem de queda de folhas (21 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	11475,76600	2868,941505	20,734	0,0000
Contraste 1	1	9331,913070	9331,913070	67,441	0,0000
Contraste 2	1	4,428675	4,428675	0,032	0,8598
Contraste 3	1	1001,196008	1001,196008	7,236	0,0141
Contraste 4	1	82,582533	82,582533	0,597	0,4488
Contraste 5	1	1491,870000	1491,870000	10,782	0,0037
Bloco	5	671,369360	134,273872	0,970	0,4594
Erro	20	2767,422540	138,371127		

CV: 16,10%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice N - Porcentagem de queda de folhas (32 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2013.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	9159,912947	2289,9782	24,094	0,0000
Contraste 1	1	7196,808968	7196,8089	75,722	0,0000
Contraste 2	1	30,337200	30,337200	0,319	0,5784
Contraste 3	1	928,752075	928,75207	9,772	0,0053
Contraste 4	1	98,441408	98,441408	1,036	0,3210
Contraste 5	1	1217,261633	1217,2616	12,808	0,0019
Bloco	5	363,472987	72,694597	0,765	0,5858
Erro	20	1900,841813	95,042091		

CV: 12,90%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice O - Porcentagem de queda de folhas (09 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	1203,599920	300,899980	4,032	0,0148
Contraste 1	1	35,284207	35,284207	0,473	0,4996
Contraste 2	1	131,870700	131,870700	1,767	0,1987
Contraste 3	1	278,307008	278,307008	3,729	0,0678
Contraste 4	1	284,602800	284,602800	3,813	0,0650
Contraste 5	1	487,050208	487,050208	6,526	0,0189
Bloco	5	134,340297	26,868059	0,360	0,8697
Erro	20	1492,690120	74,634506		

CV: 59,32%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice P - Porcentagem de queda de folhas (33 DAT) em plantas de macieira 'Fuji Suprema' em função dos tratamentos com Ácido abscísico (ABA). Caçador, SC, 2014.

Fonte variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Prob >F
Tratamentos	4	8310,008647	2077,5022	10,821	0,0001
Contraste 1	1	5453,469013	5453,4690	28,406	0,0000
Contraste 2	1	1553,142533	1553,1425	8,090	0,0100
Contraste 3	1	124,034700	124,03470	0,646	0,4310
Contraste 4	1	1476,079008	1476,079	7,689	0,0117
Contraste 5	1	102,960208	102,96021	0,536	0,4725
Bloco	5	838,964337	167,79287	0,874	0,5160
Erro	20	3839,681913	191,9841		

CV: 16,79%

Contraste 1: Controle *versus* ABA [(T1) x (T2,T3,T4,T5)]; Contraste 2: ABA 750 *versus* ABA 750 + 750 mg.L⁻¹ [(T2) x (T3)]; Contraste 3: ABA 1500 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T4) x (T5)]; Contraste 4: ABA 750 *versus* ABA 1500 mg.L⁻¹ [(T2) x (T4)]; Contraste 5: ABA 750 + 750 *versus* ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹ [(T3) x (T5)]. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice Q - Data da superação de dormência nos anos de realização do experimento no pomar experimental em caçador, sc.

Cultivar	Datas		Dose mg.L ⁻¹
‘Daiane’	10/09/2013	29/08/2014	Oléo Mineral 3,5% + Dormex® 0,7%
‘Fuji Suprema’	05/09/2013	01/09/2014	Oléo Mineral 3,5% + Dormex® 0,7%

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Data da colheita dos frutos em Caçador, SC.

Cultivar	Datas	
‘Daiane’	28/02/2014	03/03/2015
‘Fuji Suprema’	27/03/2014	07/04/2015

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice R - Dados climatológicos de temperatura máxima, mínima e média, ocorrência de geada e nº de dias com chuva durante os experimentos.
(Continua)

Mês / ano	Chuva (mm)	T°C máx.	T°C min.	T°C méd.	Dias (geada)	Dias (chuva)
jan/13	149,9	26,2	16,9	20,3		9
fev/13	162,5	25,9	17,4	20,5		19
mar/13	175,9	23,4	15,1	18,1		14
abr/13	90,7	22,9	10,4	15,4	1	7
mai/13	95,7	19,9	9,3	13,6	5	11
jun/13	256,1	18,1	8,9	12,6	2	15
jul/13	106,9	18,2	6,2	11,0	11	8
ago/13	201,8	19,0	7,6	12,2	6	11
set/13	340,1	20,5	10,3	14,4	1	13
out/13	121,7	23,1	12,1	16,7		11
nov/13	90,8	24,5	14,3	18,8		10
dez/13	163,9	27,3	15,3	20,6		13

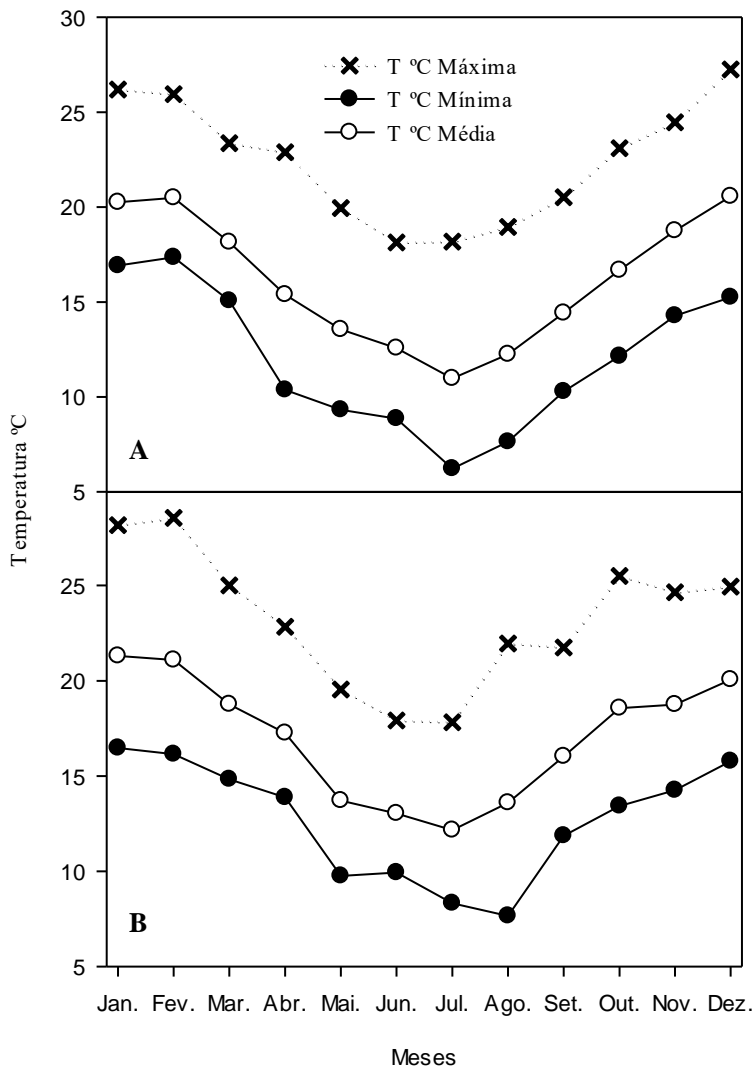
Base de Dados Meteorológicos da Estação Experimental de Caçador no ano de 2013. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice R - Dados climatológicos de temperatura máxima, mínima e média, ocorrência de geada e nº de dias com chuva durante os experimentos. (Conclusão)

Mês / ano	Chuva (mm)	T°C máx.	T°C min.	T°C méd.	Dias (geada)	Dias (chuva)
jan/14	345,4	28,2	16,5	21,3		19
fev/14	135,6	28,5	16,1	21,1		10
mar/14	170,3	25,0	14,8	18,8		19
abr/14	150,5	22,8	13,9	17,3		9
mai/14	145,1	19,5	9,8	13,7		12
jun/14	414,4	17,9	9,9	13,0	4	14
jul/14	54,4	17,8	8,3	12,2	4	8
ago/14	127	22,0	7,7	13,6	2	10
set/14	314,2	21,7	11,9	16,0		14
ou/14	58,9	25,5	13,4	18,6		5
nov/14	254,6	24,7	14,3	18,8		14
dez/14	160	24,9	15,8	20,1		17

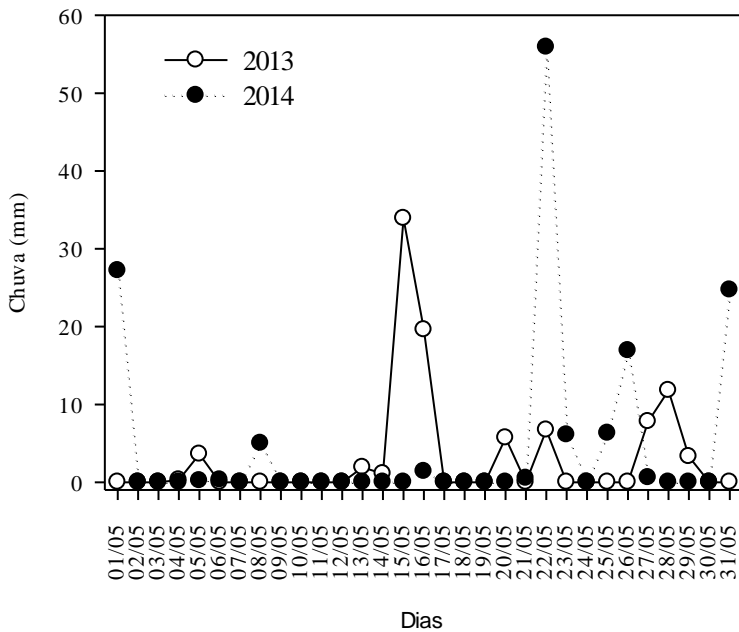
Base de Dados Meteorológicos da Estação Experimental de Caçador no ano de 2014. Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice S - Temperatura média mensal máxima, mínima e média em Caçador durante a realização dos experimentos. 2013 (A), 2014 (B).



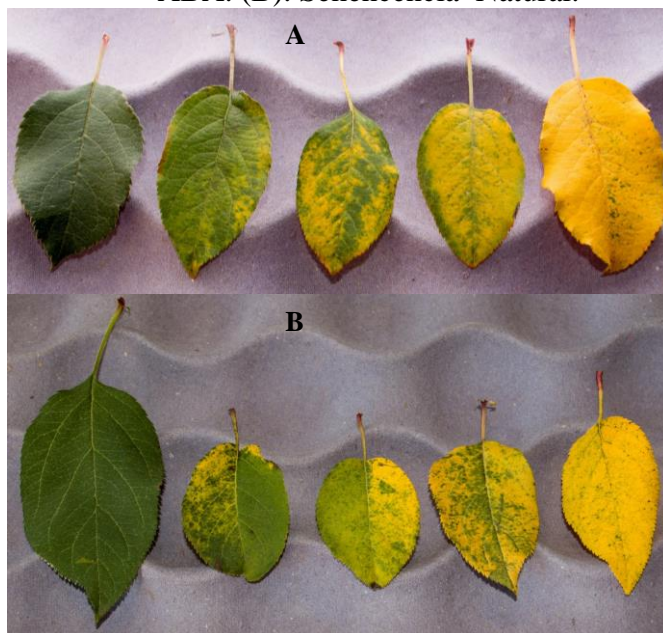
Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice T - Ocorrência de chuva (mm) no mês de maio nos anos de 2013 e 2014, durante a realização dos experimentos.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice U - Folhas de Macieira 'Fuji Suprema'. (A) Senescência foliar com aplicação exógena de ABA. (B). Senescência Natural.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Apêndice V - Retorno da Brotação em macieiras 'Daiane' nos tratamentos (A) Controle, (B) ABA 750 mg.L⁻¹, (C) ABA 750 + 750 mg.L⁻¹, (D) ABA 1500 mg.L⁻¹, (E) ABA 1500 + 1500 mg.L⁻¹.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.