

JUMARA VERÔNICA TERNUS

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO FOLIAR DE FÓSFORO NA QUALIDADE DE
MAÇÃS PRODUZIDAS SOB TELA ANTIGRANIZO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Orientador: Ph.D. Paulo Roberto Ernani.

**LAGES, SC
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Ternus, Jumara Verônica
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO FOLIAR DE FÓSFORO NA
QUALIDADE DE MAÇÃS PRÓDUZIDAS SOB TELA
ANTIGRANIZO / Jumara Verônica Ternus. -- 2022.
70 p.

Orientador: Paulo Roberto Ernani
Coorientador: Cassandro Vidal Talamini Amarante
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages,
2022.

1. Malus Domestica Borkh. 2. MAP. 3. Qualidade de
frutos.

I. Ernani, Paulo Roberto . II. Amarante, Cassandro Vidal
Talamini . III. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Ciência do Solo. IV. Título.

JUMARA VERÔNICA TERNUS

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO FOLIAR DE FÓSFORO NA QUALIDADE DE
MAÇÃS PRODUZIDAS SOB TELA ANTIGRANIZO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Banca Examinadora

Orientador: _____

Prof. Dr. Paulo Roberto Ernani
UDESC - CAV

Membros: _____

Prof. Dr. Djalma Eugênio Schmitt
UFSC – Curitibaanos

Prof. Dr. Paulo C. Cassol
UDESC - CAV

Lages, 31/05/2022

A Deus e à minha família, sem vocês não
seria possível!

Ofereço e dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço muito a Deus, pela força, sabedoria, fé e por ser tão bom e generoso comigo.

À minha mãe Rosemar Beatriz Schwengber e ao meu pai Juarez Ternus, por terem me dado à vida e pelo apoio familiar durante essa jornada. Sou imensamente grata aos meus irmãos, Juan Gabriel Ternus e Joseph Barros Ternus, vocês são a luz e alegria da minha vida.

Aos meus avós Sídio João Ternus, Lucena Staub Ternus (in memoriam), Inácio Schwengber e Regina Klein Schwengber, avós são doçura e calma para os netos. Agradeço à toda minha família, sabemos que somos muitas ramificações de uma mesma árvore! Famílias Ternus, Schwengber, Staub, Klein, obrigada!

Ao meu noivo e futuro marido Vladimir Coelho Marques, pelo apoio, incentivo e paciência durante todos esses anos. Às famílias Coelho e Batista obrigada!

Ao meu orientador Paulo Roberto Ernani pelo qual tenho profunda admiração, agradeço imensamente pela confiança em mim depositada, por todos os auxílios e orientações, sempre com ética, companheirismo e bom-humor.

Aos professores Cassandro Vidal Talamini do Amarante e Cristiano Steffens por todo auxílio durante o mestrado, tenho muita admiração por vocês.

À Fruticultura Malke pela disponibilidade da área e pelos auxílios durante todo o processo do desenvolvimento do experimento.

Aos meus colegas de pós-graduação Diana Carolina Lima Freitas, José Roberto e Jéssica Stringari por me auxiliarem nas análises, sempre sendo prestativos e companheiros.

Aos meus colegas do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo e o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita por toda a ajuda no mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, por todas as aulas ministradas durante a graduação e pós-graduação.

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pelo ensino público e de qualidade.

Enfim, por todas as pessoas que me auxiliaram e compactuaram no desenvolvimento desse mestrado.

Muito obrigada!

“Não foi isso que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.” Josué 1:9.

RESUMO

As principais regiões produtoras de maçã no Brasil são frequentemente acometidas com queda de granizo e, por isso, muitos fruticultores passaram a usar telas antigranizo em seus pomares. Entretanto, essas telas criam um microclima, diminuindo a incidência solar e por consequência a qualidade dos frutos. O fósforo é fundamental para mitigar esses efeitos indesejados, pois atua na formação das antocianinas, flavonoides e formação das plantas. Desta forma o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de aplicações foliares de fósforo em pré-colheita na qualidade dos frutos de macieira produzidos em um pomar instalado no Planalto Sul Catarinense em um Cambissolo Húmico e coberto com tela antigranizo de cor preta. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três doses de fosfato monoamônico (MAP) (0,20%, 0,40% e 0,80%), aplicadas três vezes em cada safra, em pré-colheita, na vazão de 1.000 L ha⁻¹, além de uma testemunha, sem P. Foram realizadas análises nos frutos (composição química, cor vermelha da epiderme, firmeza da polpa, firmeza de casca, pressão de polpa, sólidos solúveis, acidez e índice de amido) e nas folhas (índice Soil Plant Analysis Development (SPAD), área foliar e teor de minerais). Os dados foram analisados por meio de análise de variância sempre que houver significância estatística as médias foram comparadas por teste de regressão, a 5% de probabilidade de erro. As aplicações de foliares de MAP aumentaram a coloração vermelha intensa, os níveis de antocianinas, acidez titulável, sólidos solúveis e índice de iodo-amido, mas diminuíram a força de ruptura de casca e o índice SPAD. Sendo assim, a aplicação foliar de MAP pode ser uma alternativa para aumentar a qualidade dos frutos de macieira, especialmente em pomares cobertos com tela anti-granizo.

Palavras-chave: *Malus Domestica* Borkh; MAP; qualidade de frutos.

ABSTRACT

The producing apples regions in Brazil have frequently hail fall. Thus, in order to avoid fruit damage, apple growers started to cover their orchards with anti-hail nets. However, this cover affects many aspects related to fruit quality, especially sunlight incidence, which decreases the fruit red color. Since phosphorus affect many parameters related to fruit quality, including color, it may mitigate this negative effect on fruits on orchards covered with anti-hail screens. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of foliar applications of phosphorus in pre-harvest on the quality of apple fruits produced in an orchard installed in the Southern of Brazil in a Humic Haplumbrept covered with a black anti-hail net. Treatments consisted of three rates of monoammonium phosphate (MAP) (0.20, 0.40 and 0.80%), applied three times in pre-harvest in each of the two growing seasons (2020/2021 and 2021/2022), at a rate of 1,000 L ha⁻¹, in addition to a control, with no P. It was used a complete block randomized design with four replications, and each experimental unit consisted of six trees. Many determinations were performed in the fruits (chemical composition, skin red color, flesh firmness and pressure, peel firmness, soluble solids, titratable acidity and starch index) and in the leaves (SPAD index, leaf area and mineral composition). Data were analyzed by analysis of variance and regression analysis at 5% error probability. Foliar application of MAP increased the intensity of epidermis red color, level of anthocyanin, titratable acidity, soluble solids and iodine-starch index, but decreased shell breaking strength and SPAD index. Thus, foliar sprays of MAP in pre-harvest may be an alternative to increase the quality of apple fruits, especially in orchards covered with anti-hail nets.

Keywords: *Malus Domestica* Borkh; MAP; fruit quality.

LISTA DE ABREVIATURAS

Abs	Absorbância
AC	Atmosfera Controlada
Al	Alumínio
ANOVA	Análise de variância
AT	Acidez titulável
AR	Ar Refrigerado
B	Boro
°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
CO ₂	Gás Carbônico
Cfb	Clima mesotérmico úmido
CQFS	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
C.V	Coeficiente de variação
C	<i>Cromaticidade</i>
Cu	Cobre
DBC	Análises de Delineamento de Blocos ao Acaso
Fe	Ferro
FRC	Força de Ruptura da Casca
FRP	Força de Ruptura de Polpa
FPP	Força de Penetração de Polpa
g	Gramas
<i>h°</i>	<i>Ângulo hue</i>
ha	Hectare
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
K	Potássio
kg	Quilograma
<i>L</i>	<i>Luminosidade</i>
MAP	Fosfato monamônico
m	Metro
1-MCP	1-metilciclopropano
Mn	Manganês
mg	Miligrama
Mg	Magnésio
N	Newton ou Normalidade
N	Nitrogênio
NaOH	Hidróxido de sódio
P	Fósforo
Pi	Fósforo Inorgânico
Po	Fósforo Orgânico
%	Porcento
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SS	Sólidos solúveis
UR	Umidade relativa
Zn	Zinco

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Histórico de países pioneiros em produção de maçã (2010/2018).....	25
Figura 2- Histórico de produção de maçã no Brasil (2010/2018).....	26
Figura 3- Variação das áreas de concentração de produção de maçã no Brasil entre 1990 e 2016.....	27
Figura 4- Figura do local da implantação do experimento.....	39
Figura 5- Desenho experimental da área de cultivo das macieiras.....	40
Figura 6- Análise de textura, sendo a) Força de Pressão de Polpa e b) Força de Ruptura da Casca.....	41
Figura 7- Área Foliar e índice SPAD de macieiras 'Galaxy' submetidas a pulverizações com diferentes doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	45
Figura 8- Teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) nas folhas de macieiras 'Galaxy' submetidas a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	46
Figura 9- Teores de nitrogênio (N), magnésio (Mg) e potássio (K) nas folhas de macieiras 'Galaxy' submetidas a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	47
Figura 10- Luminosidade (L) nos lados mais e menos vermelhos de macieira 'Galaxy' submetida a pulverizações de com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	48
Figura 11- Cromaticidade (C) nos lados mais e menos vermelhos de macieira 'Galaxy' submetida a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	49
Figura 12- Ângulo hue (h°), nos lados mais e menos vermelhos de macieira 'Galaxy' submetida a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	50
Figura 13- Índice de iodo-amido e índice de cor vermelha de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	52

Figura 14- Teor de antocianinas em frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	53
Figura 15- Teor de sólidos solúveis (%) e acidez titulável (%) de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	54
Figura 16- Atributos de textura, força de ruptura da casca (FRC), força de ruptura da polpa (FRP) e força de pressão de polpa (FPP) de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	55
Figura 17- Teores de cálcio e fósforo na casca e na polpa de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	56
Figura 18- Teores de magnésio e nitrogênio na casca e na polpa de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	57
Figura 19- Teores de potássio na casca e na polpa de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	HIPÓTESES	23
1.2	OBJETIVOS	23
1.2.1	Objetivo geral.....	23
1.2.2	Objetivos específicos.....	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1	IMPORTÂNCIA DA CULTURA.....	25
2.2	REGIÕES DE PRODUÇÃO.....	26
2.3	OCORRÊNCIA DE GRANIZO NA REGIÃO SUL	27
2.4	NECESSIDADE DO USO DE TELAS ANTIGRANIZO E SEUS PROBLEMAS NA QUALIDADE DOS FRUTOS	28
2.5	IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DOS FRUTOS.....	30
2.5.1	Coloração da epiderme	30
2.5.2	Firmeza de polpa e armazenamento	31
2.5.3	Sabor (sólidos solúveis x acidez)	32
2.5.4	Nutrição de macieiras	33
2.5.5	Importância do fósforo.....	34
2.5.6	Fósforo no solo	34
2.5.7	Fósforo foliar	36
3	MATERIAL E METODOS.....	39
3.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL	39
3.2	CARACTERÍSTICAS DOS TRATAMENTOS	40
3.3	ANÁLISE FISIOLÓGICA DOS FRUTOS	40
3.4	COMPOSIÇÃO MINERAL	42
3.5	COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FOLHAS, ÁREA FOLIAR E SPAD	42
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	COMPOSIÇÃO DAS FOLHAS	45
4.2	COMPOSIÇÃO DOS FRUTOS NA COLHEITA.....	47
	CONCLUSÕES	58
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de macieiras no Brasil ocorre em regiões de clima temperado e com altitudes elevadas, locais caracterizados por baixas temperaturas e estações climáticas bem definidas (PETRI et al., 2011). Essas características são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das macieiras, influenciando diretamente na qualidade e produtividade dos frutos.

Nos principais locais produtores de maçã em Santa Catarina ocorrem granizo frequentemente durante as estações de primavera e verão, dos meses de setembro a dezembro, onde os pomares estão no início da formação de frutos (BERLATO et al., 2000). Este incidente ocorre devido a fatores como maiores altitudes e continentalidade presente nestas regiões (LUCAS et al., 2012). Nestes locais, se formam nuvens denominadas cumulonimbus, resultantes do calor intenso e da grande disponibilidade de umidade, na formação das frentes frias (AMARANTE et al., 2012). A alta incidência de precipitações de granizo causa inúmeros danos aos frutos, muitas vezes inviabilizando completamente a comercialização. Os danos que a precipitação de granizo causa são inúmeros e dependem de vários fatores, como estágio fenológico, duração do granizo, tamanho das pedras, e velocidade de precipitação (MOTA, 1981; CERA et al., 2016). Quando o pomar está na fase de floração, ocorre deformação dos futuros frutos, chegando até no abortamento de flores. No momento de desenvolvimento de frutos ocorre depreciação da qualidade e do valor comercial, devido a deformações, lesões e aumento da incidência de doenças, levando até a queda prematura dos mesmos (BOSCO, 2011).

Para minimizar estes danos os fruticultores buscam alternativas de proteger esses pomares, ultimamente pela cobertura dos pomares com telas. Antigamente usavam foguetes antigranizo, caracterizados pela emissão de iodeto de prata na atmosfera, onde o iodeto e partículas de água se unem e precipitam em forma de água líquida, porém essa tecnologia deixou de ser usada nos na década de 1990 (YURI, 2003).

O uso de telas antigranizo se intensificou nos últimos anos, e elas são constituídas de polietileno (BOSCO et al., 2014) (CASTELLANO et al., 2008). Em contrapartida, as telas causam alterações no microclima desses pomares e na

qualidade dos frutos, pela capacidade de diminuir em até 45% a incidência de luz (STAMPAR et al., 2002; SELAN et al., 2014), com variações de acordo com as condições locais, material utilizado e a forma de manejo utilizada no pomar (BOSCO, 2011).

O uso de telas antigranizo altera a relação planta-ambiente e influencia no microclima da cultura em comparação com locais a céu aberto e conseqüentemente modifica a intensidade da fotossíntese, produção e qualidade dos frutos (BOSCO et al., 2013). As influências dessas telas são muito variáveis, sendo dependentes de vários fatores, incluindo: coloração da tela, região, densidade de plantio, grau de sombreamento, entre outros.

Alguns estudos descrevem que as alterações físicas que os ambientes protegidos causam podem promover aumento no rendimento, melhoria da qualidade e na sanidade da produção (LEITE et al., 2002; IGLESIAS e ALEGRE, 2006; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010a; SOLOMAKHIN e BLANKE, 2010b). Entretanto, outros estudos podem ter efeitos desfavoráveis, causando aquecimento excessivo ou redução da radiação incidente, alterando vários atributos nos pomares (BOSCO et al., 2013).

A qualidade dos frutos são fatores primordiais no momento da escolha pelo consumidor. São observados fatores externos, incluindo cor, tamanho, forma e ausência de defeitos; na avaliação interna é observado sabor, aroma, doçura, valor nutricional, textura, acidez, e ausência de defeitos (VANOLI e BUCCHERI, 2012).

O fósforo é precursor do desenvolvimento da planta toda, desde fatores atrelados ao crescimento e desenvolvimento, como fatores qualitativos como a coloração. Rowan et al. (2009) descreve que o fósforo realiza a regulação da biossíntese de antocianinas, alterando a transcrição de genes que realizam produção de antocianinas. Além de influenciar outras rotas metabólicas de formação de diferentes compostos, como flavonóides e etileno.

Diante da importância que as telas antigranizo têm sobre os pomares, há necessidade de estudar formas de minimizar os efeitos que elas ocasionam, buscando estudar o sistema de cobertura, formas de manejo, coloração de telas, sanidade das plantas, e também técnicas de adubação.

1.1 HIPÓTESES

- Aplicações foliares de fósforo em pré-colheita incrementam a qualidade dos frutos;
- O fósforo altera a quantidade de antocianinas, pressão de polpa e intensidade da cor da epiderme.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos de aplicações foliares de fósforo em pré-colheita na qualidade dos frutos de macieira produzidos em um pomar instalado no Planalto Sul Catarinense em um Cambissolo Húmico e coberto com tela antigranizo de cor preta.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da adição foliar de fósforo no aumento da intensidade da cor vermelha na epiderme dos frutos;
- Avaliar o efeito da adição foliar de fósforo no aumento da qualidade dos frutos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA

A maçã é cultivada em todos os continentes do mundo. Segundo Bueno et al. (2020) o Brasil se encontra entre os doze maiores produtores do mundo, onde a China é responsável por 52% da produção mundial (Figura 1). Outros grandes produtores incluem os Estados Unidos, Polônia, Turquia, Irã, Itália, Índia, França, Chile, Rússia e Brasil.

Figura 1- Histórico de países pioneiros em produção de maçã (2010/2018).



Fonte: FAO (2020). Elaborado: Bueno et al. (2020).

A pomicultura brasileira iniciou com agricultores europeus, ficando em pomares domésticos por muitos anos. Segundo Bosco (2011), no Brasil a produção de maçã é dividida em três períodos, o primeiro ocorreu até o final de 1980 onde se formou a estrutura da produção. Na década de 1990 houve consolidação e intensificação da produção; na terceira fase houve a reestruturação da produção, onde se desenvolveu a produção integrada de macieiras.

Na safra 2020/21, o Brasil produziu aproximadamente 1,28 milhão de toneladas de maçã, um aumento 36% em relação à safra anterior (MENDES et al., 2021). A produção de maçãs é uma atividade muito importante para o nosso país, necessitando de pessoas especializadas, muita mão-de-obra, e muitos recursos financeiros. No ano de 2020, somente na cidade de Vacaria-RS, foi necessária a contratação de 12 mil funcionários temporários.

Na figura 2, elaborada por Bueno et al. (2020) pode-se observar a evolução da produção de maçã desde 2010 até 2018, mostrando certa estabilidade da produção, exceto no ano de 2016 onde houve uma queda.

Figura 2- Histórico de produção de maçã no Brasil (2010/2018).



Fonte: FAO (2020). Elaborado: Bueno et al. (2020)

Desta representação total brasileira, Santa Catarina (SC) é responsável pela metade do que foram produzidas, cerca de 550 mil toneladas, destacando-se como maior produtor nacional da fruta. A maçã tem importância econômica fundamental no estado catarinense, e trouxe US\$ 16,5 milhões em exportação no ano de 2020 (GERHARDT, 2021).

Apesar de dados muito positivos, o brasileiro consome pouca quantidade de maçãs relativamente à média de consumo mundial. Nós brasileiros consumimos aproximadamente 5,0 kg/pessoa/ano, enquanto que a média mundial é de 10 kg/pessoa/ano (LAZZAROTTO, 2018).

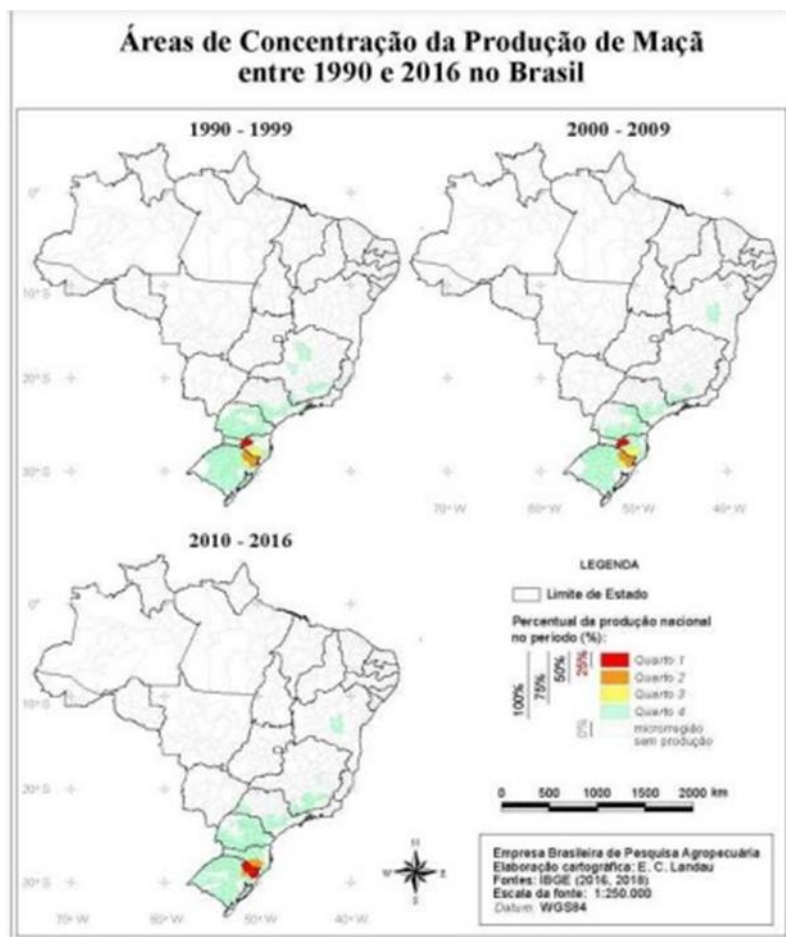
2.2 REGIÕES DE PRODUÇÃO

A produção de maçãs no Brasil concentra-se nos três estados do Sul, onde Santa Catarina produz 51% do total, Rio Grande do Sul produz 44% e Paraná produz apenas 5% do total (GERHARDT, 2021).

Segundo Landau e Silva (2018) nos anos de 1990 os maiores municípios produtores eram Fraiburgo (SC) com 675.168 t, Vacaria (RS) com 315.000 t, e São Joaquim (SC) com 223.878 t. Atualmente o cenário alterou-se um pouco, continuando as mesmas três cidades as mais produtivas, contudo mudaram as

posições destacando-se São Joaquim com 266.400 t, Vacaria com 232.369 t e Fraiburgo com 64.000 t (Figura 3).

Figura 3- Variação das áreas de concentração de produção de maçã no Brasil entre 1990 e 2016



Fonte: IBGE (2016/ 2018). Elaboração: Landau e Silva (2018).

2.3 OCORRÊNCIA DE GRANIZO NA REGIÃO SUL

Há um aumento da incidência de tempestades de granizo durante o período vegetativo de árvores frutíferas e a causa está relacionada às mudanças climáticas (BLANKE, 2009). Em estudo realizado pelo Instituto Federal do Paraná (IFPR), Universidade de São Paulo (USP) e Agência Espacial Norte Americana (NASA), em 2012 houve a conclusão de que o sul do Brasil é uma das regiões do planeta com mais tempestades intensas de granizo. Martins et al. (2016) avaliaram a ocorrência de granizo de 1991 a 2012 e notaram que de um total de 1.630 eventos que ocorreram durante o período de estudo, no Paraná ocorreram 442 eventos (27%), no Rio Grande do Sul (RS) ocorreram 468 eventos (29%), Santa Catarina em um total

de 533 eventos (33%) e os outros estados brasileiros com número bem inferior de 187 eventos (11%).

O granizo é formado por nuvens de chuva com altitude elevada, onde as gotículas entram nessas nuvens, cujo interior é frio, e elas congelam e precipitam em determinadas regiões, causando inúmeros danos a vários produtos agrícolas.

Em macieira, se o fruto for atingido ainda pequeno ocorre à deformação e, como consequência, a depreciação da qualidade. Nos frutos maiores ocorrem lesões que favorecem a entrada de patógenos e muitas vezes impossibilitando a comercialização (HAWERROTH et al., 2012). Quando a intensidade for alta, pode haver o comprometimento de produções futuras, devido aos danos causados nos ramos e folhas, favorecendo o desenvolvimento de cancrios nos ramos (LEITE et al., 2002).

2.4 NECESSIDADE DO USO DE TELAS ANTIGRANIZO E SEUS PROBLEMAS NA QUALIDADE DOS FRUTOS

Pela ocorrência frequente de granizo, muitos fruticultores usam telas antigranizo em seus pomares, com o objetivo de minimizar os danos causados pelo granizo. Está é, ultimamente, uma prática muito comum na região sul, onde normalmente são telas de polietileno, formando uma malha elástica, com diferentes cores, colocada sobre os pomares e com objetivo de formar uma barreira física de proteção.

Entretanto, o uso de telas antigranizo pode influenciar no microclima e interferir nas relações planta-ambiente (BOSCO et al., 2014), podendo alterar a qualidade e quantidade de frutos (SOLOMAKIN; BLANKE, 2010). Causam um impacto significativo na fisiologia da macieira, pois há alteração nos níveis de luz incidente, com reflexos na redução do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas (WIDMER, 2001; AMARANTE et al., 2011).

A influência das telas varia em função do cultivar/porta-enxerto, sistema de manejo, condução das plantas, densidade do plantio, região de produção e grau de sombreamento em função da coloração e malha utilizada nas telas (LEITE et al., 2002; MIDDLETON; MCWATERS, 2002; STAMPAR et al., 2002; WARNIER, 2004; AMARANTE et al., 2007). Leite et al. (2002) observaram que as telas são eficientes para proteção física de maçãs, contudo houve alterações na temperatura do ar sob

telas, maior crescimento dos ramos, menor porcentagem de gemas florais, menor atividade de abelhas, menor intensidade de cor dos frutos e maior incidência de 'russeting'. Stampar et al. (2002), avaliaram a influência de telas da cor preta e branca em macieiras e verificaram que não houve diferença no rendimento dos frutos e na fotossíntese, mas que houve redução na cor dos frutos e nos danos por golpes de sol. Dussi et al. (2005) observaram que as telas reduziram a radiação fotossinteticamente ativa, sólidos solúveis, firmeza de polpa, área foliar específica e golpes de sol nos frutos. Para Smit (2007), foi observada a redução da radiação solar de 22 a 31%, redução de golpes de sol, firmeza de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável para maioria das cultivares, sendo que a coloração variou conforme o ano e a cultivar.

Na Espanha, Iglesias & Alegre (2006) observaram a redução da radiação fotossinteticamente ativa em 25% pela tela de cor preta e 12% na tela cristal, além de diminuição da temperatura dos frutos. A tela preta determinou maior tamanho de plantas, atraso na colheita, redução nos sólidos solúveis e intensidade da cor. Middleton & Mc Waters (2002) verificaram que as telas diminuíram a radiação solar em 25%, que houve a diminuição dos golpes de sol e incidência de 'russeting', além de auxiliar na prevenção dos danos provocados por granizo, ventos fortes e danos por pássaros.

Amarante et al. (2007) avaliaram essa diminuição na incidência pela densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos e observaram diminuição de 25% para tela de cor preta e 21% para tela de cor branca. Observaram também que o sombreamento diminui a respiração no escuro, a taxa máxima de fotossíntese e o ponto de compensação de luz.

Na Alemanha, Solomakhin & Blanke (2008) avaliaram telas de diferentes colorações instaladas logo após a floração e observaram reduções no diâmetro de tronco, na fotossíntese em 21% em dias nublados e, bem como aumento no número e comprimento dos ramos.

Tanny et al. (2009) observaram uma diminuição de 9% na velocidade do vento, redução na temperatura e no déficit da pressão de vapor, e sugerem que esses efeitos podem proporcionar redução na transpiração e melhor utilização da água. Hunsche et al. (2010) verificaram que as telas influenciam o crescimento vegetativo, mas não alteram a micromorfologia, a quantidade de cera cuticular e a espessura das folhas de macieira.

Diante de tantos estudos que foram efetuados com resultados diferentes, alterando-se pelas especificidades de cada local, é necessário que se realize um manejo diferente em cada área, para tentar minimizar os efeitos negativos que as telas antigranizo causam nas plantas e nos frutos.

2.5 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DOS FRUTOS

Nos últimos anos, o destino das maçãs produzidas no Brasil tem sido o consumo in natura interno (67,6%), consumo in natura externo (7%) e industrialização, para produção de sucos e derivados (25,4%). Como a maior parte do consumo da fruta acontece in natura, é necessário que esses frutos sejam de boa qualidade, exigência esta que tem aumentado perante o consumidor (ARGENTA et al., 2015).

Inicialmente os consumidores baseiam-se na aparência externa dos frutos, principalmente em termos de coloração da epiderme e tamanho dos frutos. Posteriormente, consideram a qualidade, como sabor, textura e presença ou não de lesões e distúrbios fisiológicos (HARKER et al., 2003; 2008; ZEEBROECK et al., 2007). Segundo Gallardo et al. (2011), os consumidores estão dispostos a pagar maior preço por frutas com maior qualidade.

Sob cultivo protegido, as interações entre plantas e ambiente ocorrem de forma diferente comparada ao pleno sol, sendo que essas variáveis microclimáticas influenciam na qualidade de frutas (TANNY et al., 2009). A qualidade dos frutos está relacionada com uma característica genética, mas é influenciada por condições ambientais (BOSCO et al., 2014).

2.5.1 Coloração da epiderme

Um dos fatores primordiais para a escolha dos frutos de macieira pelos consumidores é a coloração. Segundo Bosco et al. (2014), para maçãs 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' a coloração vermelha é um fator determinante para valorização e aceitação dos consumidores. Há maior valorização dos frutos mais vermelhos (ALMEIDA & ALVES, 2006), e procura maior por frutos vermelho-amarelos (CAMILO & DENARDI, 2006).

A mistura de diferentes pigmentos resulta na cor vermelha da epiderme, sendo a antocianina o principal composto fenólico responsável. Durante o período

de crescimento, ocorrem períodos com diferentes concentrações de antocianina, sendo o primeiro quando o fruto ainda está verde, durante a divisão celular, e o segundo no amadurecimento, indicando o ponto de maturação dos frutos (LANCASTER; DOUGALL, 1992). Segundo Bizjak et al. (2013), em cultivares coloridas de maçãs o maior aumento de antocianinas ocorre quando o fruto está no final da maturação. Esses compostos são influenciados pelo sistema de cultivo, tempo de plantio, métodos de colheita (SIRIWOHARN et al.; 2004), exposição dos frutos à radiação solar (LANCASTER, 2002), temperaturas frias na microaspersão (IGLESIAS et al., 2002), genótipo (TREUTTER, 2001), nutrição mineral adequada (ANGELIS et al., 2011), níveis de ácido abscísico (KONDO et al., 1991) e etileno (WHALE et al., 2008). Segundo Lopes et al. (2007), as antocianinas têm funções como proteção dos raios UV durante a divisão celular, antioxidante, defesa, atração de polinizadores, função biológica. Podemos observar o interesse da população pelas antocianinas, por desempenharem diversos benefícios à saúde humana, como anti-inflamatórias e antioxidantes, que gera interesse da indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia (CARDOSO; LEITE, PELUZIO; 2011).

2.5.2 Firmeza de polpa e armazenamento

A textura da maçã é um dos fatores internos mais considerados pelos consumidores. Os atributos de firmeza de polpa, índice de amido, teor de sólidos solúveis e a cor de fundo da epiderme são os principais indicadores para máxima qualidade sensorial e formas de armazenagem (LITTLE; HOLMES, 2000).

Em decorrência das preferências dos consumidores, os atributos de textura, como firmeza de polpa, suculência e frescura têm sido estudados com mais frequência (PENEAU et al., 2006). Variedades que mantem a firmeza de polpa tem maior potencial pela preferência do consumidor; a diminuição da sensação de frescura em decorrência do tempo de armazenamento diminui consideravelmente a aceitação do consumidor (CHANG et al., 2018). Durante e após o armazenamento de frutos, podem ocorrer alterações na textura, havendo a degradação de clorofila e síntese de outros pigmentos, levando a perda contínua de firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essas degradações diminuem a aceitação do consumidor, diminuindo a preferência e o consumo de frutos.

A recomendação da Bosco et al. (2013) é de que devem ser realizados controles frequentes de qualidade, com o objetivo de determinar o potencial e duração do período de conservação, observar a evolução dos danos que havia antes do armazenamento, avaliando lotes, cultivares, condições de armazenamento, características qualitativas da parte interna e externa. A firmeza de polpa quantifica de maneira indireta as mudanças na estrutura celular, no tamanho da célula e alterações bioquímicas, como a transformação de protopectina em pectina solúvel e como consequência aumento no tamanho celular e amolecimento dos tecidos (GIRARDI et al., 2004). Teores de amido, pressão osmótica, parede celular e etileno são alguns fatores que alteram a firmeza de polpa de frutos de maçã (STEVENSON et al., 2006). Os teores de etileno são altamente influenciados pelas formas de armazenamento dos frutos, em ar refrigerado (AR) e em atmosfera controlada (AC).

Apesar de muito utilizada por empresas, à condição de AR permite que os frutos permaneçam armazenados por curtos períodos, pois logo se inicia a diminuição de qualidade em função do índice de podridões e amadurecimento (GIRARDI et al., 2015). Nesta condição de armazenamento ocorre rápida perda de qualidade dos frutos, ocasionada pela produção de etileno, fator não controlado por AR (BULENS et al., 2012).

Com o objetivo de manter a conservação e a qualidade dos frutos de maneira muito próxima à verificada no momento da colheita, utiliza-se condição de armazenamento de AC, com baixa pressão de oxigênio alta pressão de CO₂ e uso de inibidores de etileno (1-metilciclopropeno – 1-MCP) (GIRARDI et al., 2015).

2.5.3 Sabor (sólidos solúveis x acidez)

Em termos qualitativos, os consumidores preferem frutos com boa textura, doçura, acidez e suculência. Quando se trata de paladar, há uma variedade de preferências: alguns preferem frutos mais balanceados; outros preferem frutos mais ácidos ou doces (CAMILO, DENARDI; 2006). A relação de ácidos solúveis e os sólidos solúveis são utilizados para avaliação de sabor. A diminuição dos ácidos solúveis e o aumento de sólidos solúveis aumenta a razão SS/AT que está associada à aceitação do consumidor (FIGUEIREDO, 2000). O principal ácido orgânico presente nos frutos de macieira é o málico (SHANGGUAN et al., 2014). Os

ácidos, os açúcares e o substrato da respiração estão diretamente ligados à conservação das maçãs (BENDER, 1989).

Posteriormente à colheita, a respiração continua e é necessário que os frutos utilizem suas reservas metabólicas, consumindo carboidratos e ácidos orgânicos (YANG et al., 2013). Neste momento ocorrem alterações físicas e bioquímicas, como redução dos ácidos orgânicos, degradação da parede celular, produção de compostos voláteis, degradação de clorofilas, síntese de pigmentos, e acúmulo de açúcares (DROGOUDI E PANTELIDIS, 2011).

Em relação aos sólidos solúveis, há diminuição neste índice pelo processo de maturação. No início da maturação, os teores de frutose e glicose são maiores em relação aos teores de sacarose, levando os frutos a serem caracterizados por elevada quantidade de sólidos solúveis. (ACKERMANN et al., 1992). Os açúcares são os mais representativos, podendo constituir de 85 a 90% dos sólidos solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Durante a evolução da maturação, ocorre à respiração e a ausência de fotossíntese, e conseqüentemente o teor de sólidos diminui em decorrência da utilização desses substratos para a respiração (ZHU et al., 2013). Os ácidos solúveis e os sólidos solúveis são influenciados pelo tipo de armazenamento dos frutos, havendo uma diminuição acentuada em armazenamentos com AR e menos acentuada com AC que usam inibidores de etileno (GIRARDI et al., 2015).

2.5.4 Nutrição de macieiras

Na nutrição de plantas vários elementos são fundamentais. Alguns são exigidos em maior quantidade (macronutrientes), incluindo nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), e outros em menor quantidade (micronutrientes), incluindo boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn) (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Esses nutrientes se encontram distribuídos no solo nas formas sólida e líquida, contudo são absorvidos somente a partir da solução do solo, onde a concentração é muito menor do que na fase sólida (ERNANI, 2016). Para obtenção de plantas produtivas e com frutos de qualidade é necessário que haja disponibilidade e absorção de nutrientes de forma adequada, pela absorção radicular e foliar, para não haver excessos ou deficiências (NAVA et al., 2002). Para

Faquin (2005), é importante determinar os elementos limitantes, quantidades necessárias, época de aplicação, localização, rentabilidade, efeito na qualidade do produto colhido e no ambiente. Desta forma é necessário que se tenha um ambiente bem equilibrado, com as quantidades adequadas de nutrientes, para haver um bom desempenho das plantas, trazendo benefícios quantitativos e qualitativos.

2.5.5 Importância do fósforo

O fósforo (P) possui uma enorme importância para a composição energética, fotossíntese, respiração, formação do ácido desoxirribonucleico (DNA), ácido ribonucleico (RNA), formação de fosfolípidios nas membranas, sendo a maior concentração encontrada em sementes e frutos (MENDES, 2007). A falta de fosfato causa problemas no metabolismo e desenvolvimento das plantas, cuja deficiência inicia-se nas folhas mais velhas, em forma de clorose, ou na redução no brilho e um tom verde azulado (MENDES, 2007), prejudicando o desenvolvimento da parte aérea e radicular (EMBRAPA, 2002). Outro fator que é prejudicado pela deficiência de fósforo é a formação de flavonoides e as antocianinas, sendo precursores na formação da coloração de frutos (STAMPAR et al., 2015). O P pode apresentar interações com Zn, Mn, Fe, Cu e N (DALL'ORSOLETTA, 2018). Macieiras tem uma baixa exigência de fosfato e tem uma boa adaptação em solos com média disponibilidade do nutriente pela capacidade radicular da cultura, contudo algumas formas de manejo mostram a necessidade de maiores aplicações do nutriente, como densidade de plantas e teores baixos do nutriente (NAVA et al., 2002).

2.5.6 Fósforo no solo

As aplicações de fertilizantes fosfatados sempre foram realizadas em doses muito superiores às demandas das culturas, e isso ocorre devido à baixa eficiência das adubações fosfatadas (ROBERTS E JOHNSTON, 2015; DHILLON et al., 2017) em decorrência as reações de insolubilização do fósforo no solo. Sendo assim, ocorrem duas formas de fósforo, sendo inorgânica (Pi) e orgânica (Po), que auxiliam de diferentes formas para o P disponível (LEITE, 2015). O fósforo inorgânico são os íons fosfatos presentes na solução do solo, formas que são precipitadas com Al^{3+} , Fe^{2+} e Ca^{2+} , formas estruturais dos minerais fosfatados e adsorvidos ao Fe e Al da fração argila e os coloides (GATIBONI et al., 2013). O fósforo orgânico tem sua

origem nos resíduos vegetais, decomposição e tecido microbiano (MARTINAZZO et al., 2007).

De acordo com a estabilidade, temos as frações de fosfato lábeis e não lábeis. A fração lábil é apresentada pelo conjunto de compostos fosfatados capazes de repor rapidamente a solução do solo, quando são absorvidos por microrganismos (LEITE, 2015). Desta forma a fração mais lábil é dependente da intemperização, textura, mineralogia, teor de matéria orgânica, atividade biológica e vegetação (CROSS E SCHLESINGER, 1995). Já a fração não lábil é composta de baixa solubilidade, precipitados ou fixados e tem forma pouca ou nada reversíveis (NOVAIS et al., 2007).

As principais reações que envolvem a disponibilidade de fósforo são precipitações em compostos com baixa solubilidade com Fe e Al e a adsorção na superfície de minerais de argila e hidróxidos de Fe e Al (GYPSER et al., 2017). São fatores que interferem na quantidade e velocidade de ciclagem, dificultando um prognóstico da participação na disponibilidade para as plantas (GATIBONI et al., 2017).

A recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016) é que se faça adubação dividida em “pré-plantio”, “crescimento” e “manutenção”, para que se tenha uma boa disponibilidade às plantas. Poucos trabalhos têm mostrado comprometimento no desenvolvimento de macieira em decorrência da deficiência de fósforo, e essa baixa incidência de problemas é atribuída à capacidade de absorção do elemento por ter algum favorecimento pelas micorrizas e pela baixa exigência da cultura.

Alguns estudos foram realizados com aplicações de fósforo no solo em frutíferas: Gerber et al., (2018) obtiveram aumento na qualidade de maçãs com a aplicação de doses anuais de fósforo no solo, Andrade et al. (2020) observaram influência nas características físico-químicas dos frutos de morango; e Bolfarini (2015) verificou aumento quadrático nos teores de açúcares de bananas com adubação fosfatada. Brunetto et al (2015) avaliaram durante três anos consecutivos a resposta de pereiras ao incremento de doses de fósforo e observaram que o elemento aumentou nas folhas, contudo não foi observado aumento no número de frutos por planta, massa de frutos e produtividade. Na região de Vacaria (RS), foram avaliadas diferentes doses e fontes de fósforo e também não se obteve resposta de produtividade na cultura de macieira (NACHTIGALL; NAVA, 2017). Após cinco anos

de avaliações, Nava et al. (2017) não obtiveram resposta no rendimento de macieira com adubação fosfatada, e esses resultados foram atribuídos a condições de solo, que incluem teores médios de matéria orgânica, e pela correção com P realizada na implantação do pomar.

2.5.7 Fósforo foliar

A adubação foliar tem como objetivo fornecer nutrientes às folhas e aos frutos naqueles momentos em que é necessária absorção rápida, caracterizando-se por uma prática para corrigir rapidamente possíveis deficiências com o objetivo de aumentar os rendimentos e melhorar a qualidade da produção (NACHTIGALL; NAVA, 2010). Segundo Nachtigall; Nava (2010), as vantagens envolvendo a nutrição foliar estão relacionadas à correção durante o ciclo de crescimento, condições ambientais adversas para absorção nutricional via solo, distribuição uniforme, doses menores e mais eficientes. Para que ocorra a absorção via foliar a planta passa pelos seguintes processos: adsorção foliar, penetração cuticular, absorção no interior dos compartimentos ativos na folha, translocação e utilização do nutriente absorvido (FERNÁNDEZ; SOTIROPOULOS; BROWN, 2015).

Alguns pesquisadores relatam que o incremento na coloração de macieira poderia ser alcançado através da aplicação de fertilizantes foliares à base de cálcio e fosfato. Para Larrigaudiere et al. (1996) a coloração mais intensa em maçãs poderia ser alcançada com a aplicação de cálcio e fósforo via foliar, sendo que o incremento de cor é uma consequência do aumento na nutrição mineral e das qualidades das frutas. Segundo Gris (1844), aplicações de soluções nutritivas em videira como método alternativo têm sido conduzidas desde o início do século 19.

Rezende (2005) obteve um crescimento de 16% no rendimento de grãos de soja, Pelá (2003) obteve aumento linear nos teores de fósforo na semente de feijoeiro com o aumento nas doses, e Martins (2015) demonstrou um aumento na qualidade de mudas de tomateiro em função do aumento da dose. Stampar et al. (2015) observaram que aplicações de fosfato de cálcio via foliar, três semanas antes da colheita, incrementou os níveis de antocianinas e flavonoides e conseqüentemente aumentou a coloração vermelha das cascas de maçãs 'Braeburn'.

Wojcik & Wojcik (2007) analisaram as respostas de aplicações de fósforo em maçãs maduras deficientes em fósforo, no solo e via foliar, e verificaram que a nutrição fosfatada incrementou no vigor das plantas, produtividade, coloração e firmeza de polpa pós-armazenamento. Gomez-Cordoves et al. (1996); Larrigaudiere et al. (1996) observaram aumentos nos níveis de antocianinas e coloração em maçãs da cultivar 'Starkin Delicious' após aplicações de fósforo via foliar.

Li et al. (2002) observaram um incremento na coloração de maçãs 'Fuji' com aplicações foliares de fertilizantes fosfatados, quatro semanas antes da colheita. Baleia et al. (2008) também observaram incremento de coloração e firmeza de polpa com fertilizantes contendo fósforo e cálcio, havendo aumento na quantidade de antocianinas e etileno.

Os dois principais fatores de formação da cor em frutos de macieiras são antocianinas e etileno (DAR et al., 2018) e ambos são influenciados pela nutrição mineral e pelo processo de maturação dos frutos, havendo uma correlação positiva entre esses fatores (Whale e Singh, 2007) . Para as antocianinas, há influência de luz, nitrogênio e fósforo. Quando há deficiência desses fatores, não há formação dos genes que expressam a síntese de antocianinas, desregulando a biossíntese desse composto (ROWAN et al., 2019), A importância da nutrição mineral na síntese de etileno é parecida com a das antocianinas, onde a deficiência de fósforo impede a transcrição de alguns genes que aumentam a coloração e maturidade dos frutos (DAR et al., 2018).

3 MATERIAL E METODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O experimento está localizado dentro de um pomar comercial da Fruticultura Malke, no município de Correia Pinto (SC) (27° 35' 05" S e 50° 21' 40" W, com altitude de 847 metros), e foi realizado nas safras 2020/2021 e 2021/2022. Segundo a Epagri (2003), seguindo a classificação de Köppen, a região tem um clima Cfb – Temperada (mesotérmico úmido e verão ameno), com temperatura média anual de 15°C e precipitação de 1500 mm. O solo predominante é um Cambissolo Húmico, com 42% de argila, 4,5% de matéria orgânica, pH 6,0, P = 10 mg kg⁻¹, e K = 170 mg kg⁻¹, valores obtidos após as aplicações de adubos e calcário realizadas no pomar no momento da implantação do pomar. As macieiras da área experimental foram plantadas no ano de 2015, com espaçamento de 1,5 x 4,5m, e são enxertos da cultivar 'Galaxy' sobre um porta-enxerto anão (EM-9). A densidade é de 1480 plantas/hectare, intercalando na linha com polinizadoras da cultivar Fuji, cobertas com telas antigranizo da cor preta (Figura 4). Antes da implantação do pomar, foi corrigido o pH, e adicionados fósforo e potássio; anualmente são feitas adubações de manutenção com N e K, conforme as indicações de solo e da cultura.

Figura 4- Figura do local da implantação do experimento.

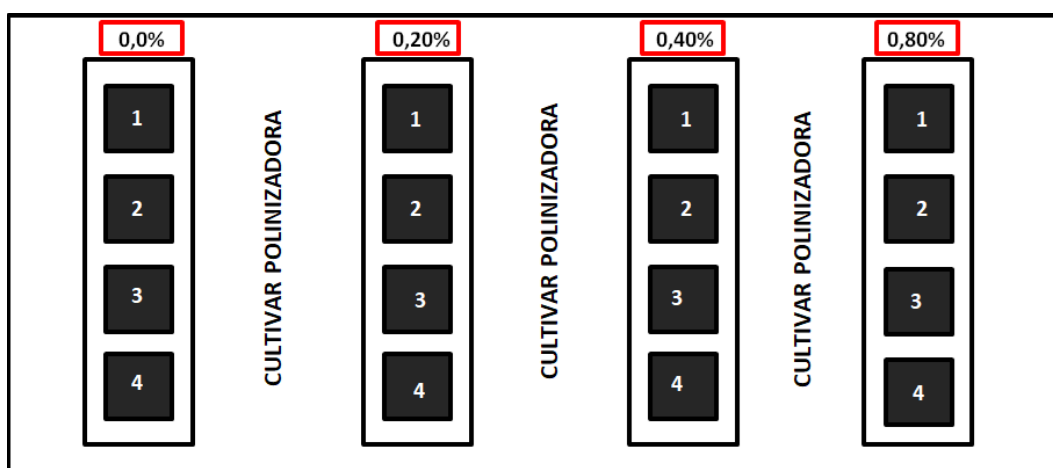


Fonte: Elaborada pela autora (2020).

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS TRATAMENTOS

Os tratamentos foram constituídos por quatro doses anuais de fosfato monoamônico (MAP), pulverizadas sobre as plantas em pré-colheita. As aplicações iniciaram 45 dias antes da colheita, e foram espaçadas em dez dias. O fósforo foi aplicado na forma de fosfato monamônico (MAP), nas doses de 0,0% (controle), 0,20%, 0,40% e 0,80% do produto comercial, sendo sempre aplicadas num volume de 1000L^{-1} (Figura 5). Nas doses de 0,20%, 0,40% e 0,80% de MAP foram aplicados, respectivamente 3,0, 6,0 e 12,0 kg/ha de P_2O_5 em pré-colheita, no total das 3 aplicações anuais. O experimento foi distribuído no delineamento de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições. Todas as práticas de manejo das plantas e controle de pragas e moléstias foram executadas pela empresa, de acordo com normas de seu departamento técnico.

Figura 5- Desenho experimental da área de cultivo das macieiras.



Legenda: Os números (1,2,3,4) estão simbolizando as 4 repetições de cada tratamento.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A colheita foi realizada quando 50% dos frutos atingiram grau brix ($^{\circ}\text{Brix}$) igual a 12, índice considerado ideal para a colheita. Foram coletados frutos de 10 árvores por tratamento, totalizando em 200 frutos onde os mesmos foram acondicionados em caixas plásticas.

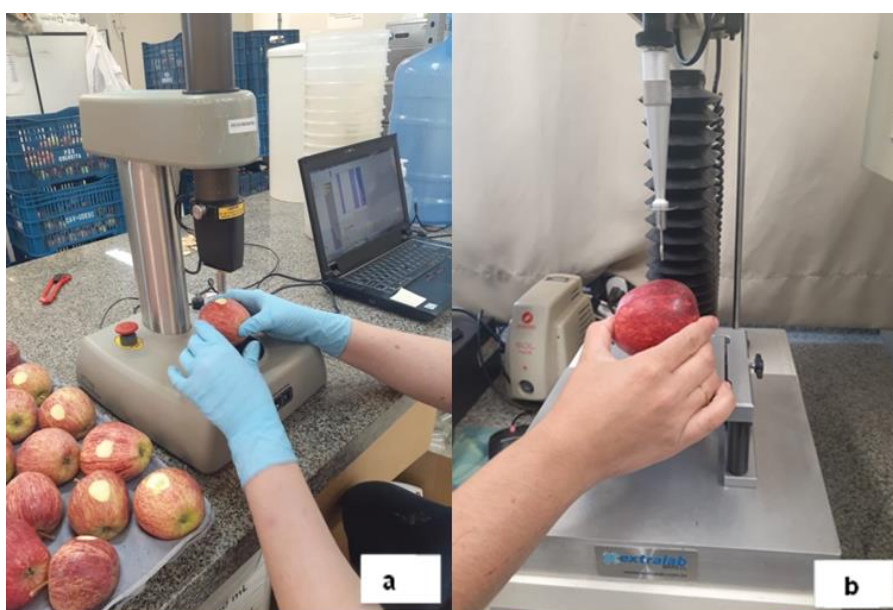
3.3 ANÁLISE FISIOLÓGICA DOS FRUTOS

Dos frutos colhidos, foram selecionamos 25 aleatoriamente para as análises fisiológicas, onde foram determinadas a coloração de fundo da epiderme, a

porcentagem de cor vermelha da epiderme, a firmeza de polpa, o índice de amido, os sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT), as antocianinas e atributos de textura, como força de ruptura da casca (FRC), força de ruptura da polpa e pressão de polpa (FPP).

Para as avaliações de firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis e índice de amido, utilizou-se a metodologia descrita por Brackmann et al. (2000). Utilizamos o penetrômetro Effegi para quantificar a firmeza de polpa, com uma ponteira de 11,1 mm. Para atributos de textura, o aparelho deve medir a força necessária de pressão da polpa e, para isso, utilizamos um texturômetro eletrônico TAXT-plus® já para a força de ruptura de casca e de polpa foi utilizado o modelo PS2 com 2 mm de diâmetro, o qual foi introduzido na polpa a uma profundidade de 10 mm com velocidades pré-teste, teste e pós-teste de 30, 5 e 30 mm s⁻¹, respectivamente (Figura 6). O índice de amido foi avaliado com uma escala, como podemos observar na imagem 1, variando de 1 a 5, sendo a primeira escala com a superfície toda colorida com iodo, indicando presença de amido e imaturidade do fruto, contudo na última escala, a fruta não tem uma coloração diferente, indicando baixa presença de amido e a maturidade completa do fruto. A quantificação de sólidos solúveis foi feita com o uso de refratômetro de mesa. A acidez foi determinada através de titulometria de neutralização com NaOH 0,1 mol L⁻¹, com suco extraído desses frutos.

Figura 6- Análise de textura, sendo a) Força de Pressão de Polpa e b) Força de Ruptura da Casca.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A cor de fundo da epiderme e a intensidade de cor vermelha foram determinadas utilizando-se um colorímetro eletrônico Konica Minolta®, modelo CR 400, que efetua a leitura da cor em escala tridimensional, em que o **L** indica a luminosidade, variando de 0° = preto à 100° = branco. O índice **C** indica o croma, onde zero é o centro e aumenta conforme a distância deste. O **ângulo h°** (*hue*) inicia-se no 0, correspondendo ao vermelho, 90 é amarelo, 180 é verde e 270 indica o azul. Essas leituras foram efetuadas em áreas com menor e com maior presença de coloração vermelha.

As antocianinas totais foram determinadas conforme metodologia adaptada por Fuleki e Francis (1968). Nela é utilizada parte das cascas adicionando etanol e água destilada, posteriormente homogeneizadas em ultra turrax, marca Heidolph, modelo D-91126, e posteriormente centrifugadas em 10.000 rpm durante 10 minutos na temperatura de 4°C em uma centrífuga Hitachi, modelo CR 22N. Foram transferidos 2 mL do sobrenadante para um balão volumétrico e completado o volume para 50 mL com o solvente extrator. As leituras foram realizadas em leitora de microplacas, modelo EnSpire (PerkinElmer, EUA), no comprimento de onda de 535 nm.

3.4 COMPOSIÇÃO MINERAL

Para análise mineral, utilizamos outros vinte frutos onde foi mensurado a concentração química de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), na polpa e na epiderme. Na polpa foram retirada fatias na forma triangular sendo a base na epiderme, com 1,0 cm, e o ápice no carpelo. Já a epiderme foi retirada da forma mais fina possível, com auxílio de uma faca. As duas partes foram digeridas via combustão seca na mufla com temperatura máxima de 630°C, onde, foi adicionado ácido clorídrico que ficaram aproximadamente 5 horas no bloco digestor. No extrato digerido serão feitas as determinações, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

3.5 COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FOLHAS, ÁREA FOLIAR E SPAD

Logo após a colheita, foram coletadas 40 folhas por planta, com pecíolo, da parte mediana do ramo emitido na atual estação de crescimento. As mesmas foram secadas na estufa a 65°C para retirar a umidade natural até o momento em que foi

atingido peso constante. Essas folhas foram trituradas e adicionadas em um tubo digestor, com cerca de 0,200g de tecido vegetal, acrescidos de dois mL de ácido sulfúrico concentrado e três mL de peróxido de hidrogênio. Da mesma forma que para os frutos o material foi digerido no bloco digestor por 3 horas aproximadamente, chegando ao máximo de 350°C. Posteriormente os extratos foram retirados e a quantificação dos nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) foi feita de acordo com a metodologia de Tedesco et al. (1995).

O teor total de clorofila foi quantificado por um método não destrutivo, usando medidor portátil de clorofila Minolta SPAD502, sendo a leitura efetuada próxima à nervura principal da folha. A análise de área foliar foi realizada através de um integrador de área foliar, marca LI-COR modelo LI-3050A.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por meio da análise da variância no programa Sisvar havendo significância estatística as médias foram comparadas pelo teste de Regressão, a 5% de probabilidade de erro.

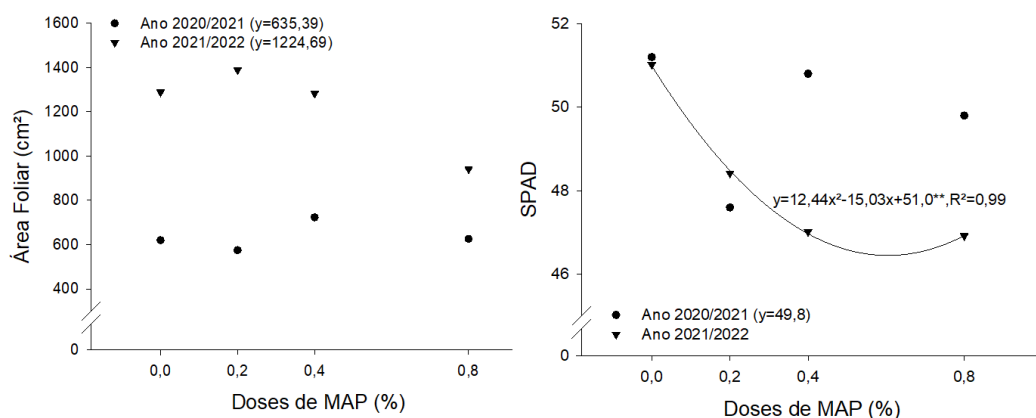
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPOSIÇÃO DAS FOLHAS

As aplicações de fosfato monamônico (MAP) em pré-colheita não aumentaram a área foliar das macieiras nas safras 2020/2021 e 2021/2022 (Figura 9). O índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) apresentou uma diminuição de forma quadrática nos teores de clorofila das folhas com o aumento das doses de fosfato monamônico (Figura 9): onde não foi aplicado MAP, o índice foi de 51,0 enquanto na dose estimada de 0,6% de MAP o índice SPAD foi 46,4. Isso indica diminuição da clorofila das folhas de macieira com aumento da dose de fósforo aplicado na safra 2021/2022, e pode ter sido causado pela quantidade de fósforo presente no fosfato monoamônico.

Prado e Vale (2008) relatam que doses de fósforo nas folhas geram um tom verde azulado confundindo a leitura do aparelho. Além disso, os autores descrevem que em doses de fósforo com nitrogênio há influência na clorofila das folhas de frutíferas. Solomakhin e Blanke (2009) utilizaram diferentes cultivares de maçã e diferentes cores de tela antigranizo e observaram que as telas antigranizo alteraram a anatomia das folhas de macieira, diminuindo a espessura das folhas e da epiderme e a camada celular paliçádica. Taiz e Zeiger (2002) descrevem a importância da quantificação das clorofilas e a influência de fatores bióticos e abióticos.

Figura 7- Área Foliar e índice SPAD de macieiras 'Galaxy' submetidas a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.

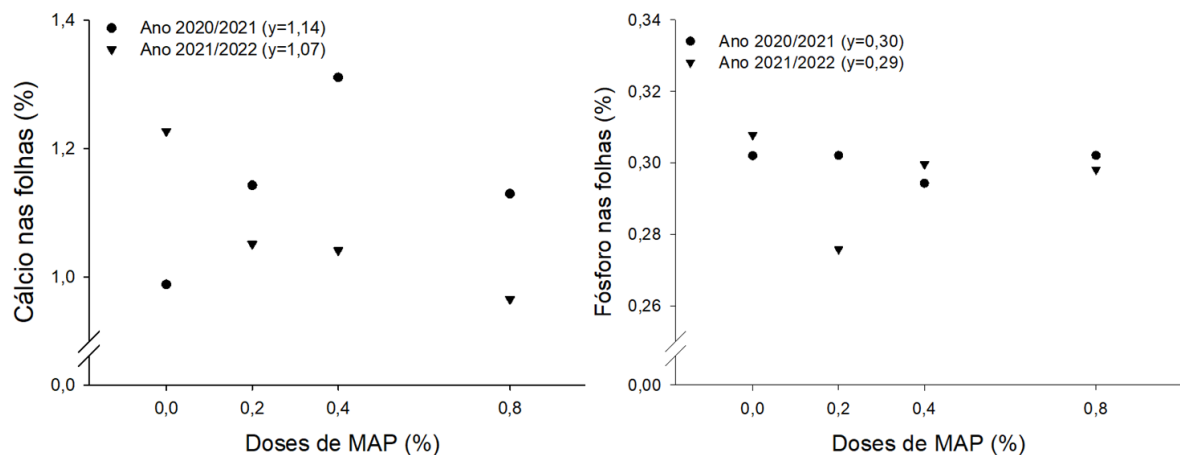


ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Não foram observados incrementos nos teores de cálcio e fósforo nas folhas de macieira decorrente das aplicações de MAP via foliar, e este comportamento foi observado nas duas safras avaliadas (Figura 10). De acordo com o Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NRS-SBCS) (2020) os níveis de cálcio nas folhas deste estudo são considerados normais; os de fósforo também estão dentro da normalidade, e alguns até acima disso.

Figura 8- Teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) nas folhas de macieiras 'Galaxy' submetidas a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

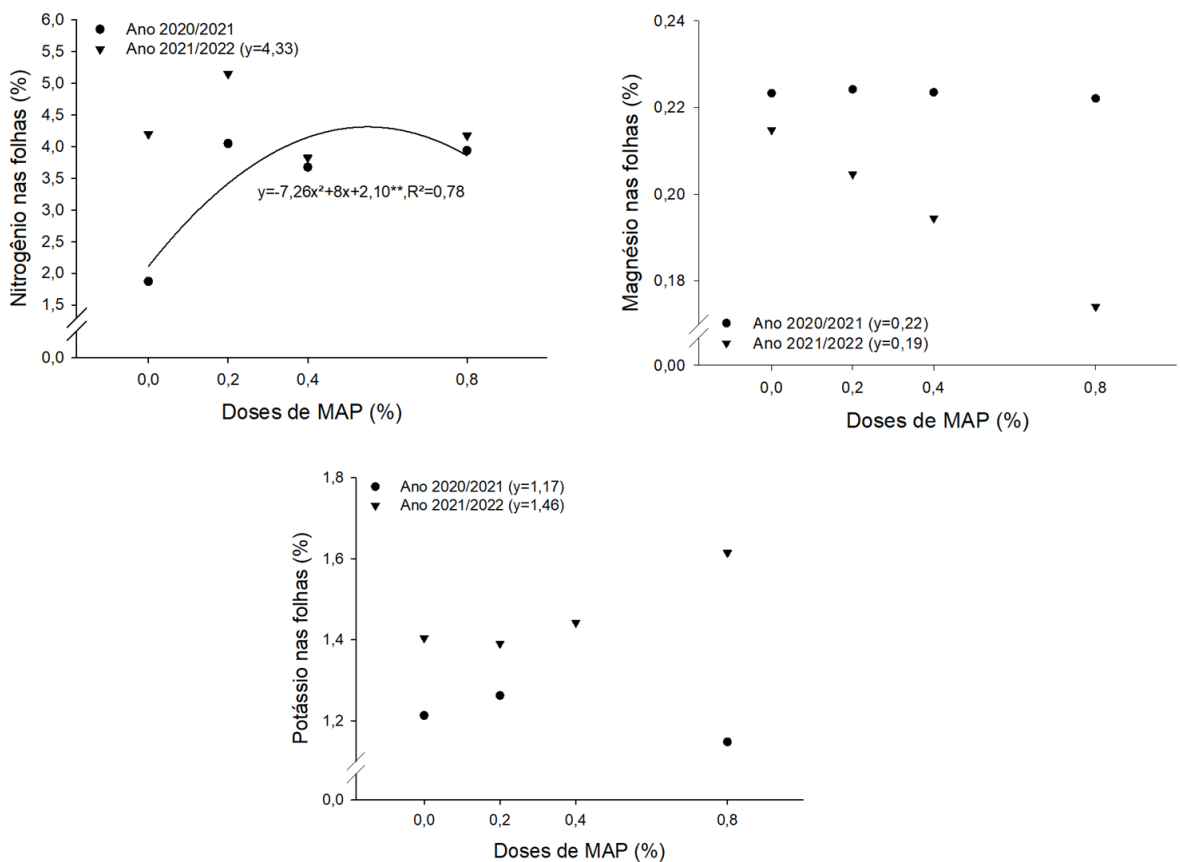
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Para os teores de nitrogênio, houve um aumento de forma exponencial nas folhas da safra 2020/2021, contudo na safra de 2021/2022 não foi observado diferença significativa entre as doses de MAP. Na safra de 2020/2021, os teores de N variaram de 1,8% no tratamento sem MAP até 4,3% de nitrogênio com 0,5% de MAP (Figura 11). Os teores de nitrogênio nas folhas aumentaram consideravelmente em decorrência do fosfato monoamônico possuir 10 a 12% do nutriente em sua composição. Na cultura do pessegueiro, Dolinski (2005) obteve aumento nos teores foliares de nitrogênio com a adubação nitrogenada. Fallahi et al., (2002) mostraram que N aplicado via foliar aumenta os teores internos dos nutrientes mesmo em doses mais baixas. Estudos mostram que o N quando aplicado via folia é redistribuído para as partes perenes e podem ser remobilizados e usados no crescimento de tecidos jovens (BRUNETTO, 2004; BRUNETTO et al., 2005).

Os teores de magnésio e potássio nas folhas não foram afetados pela aplicação de MAP via foliar em nenhuma das duas safras (2020/2021 e 2021/2022)

(Figura 11). De acordo com o Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NRS-SBCS) (2020) os níveis de nitrogênio estão acima do normal; os de magnésio estão abaixo da normalidade e os de potássio estão em níveis adequados.

Figura 9 - Teores de nitrogênio (N), magnésio (Mg) e potássio (K) nas folhas de macieiras 'Galaxy' submetidas a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

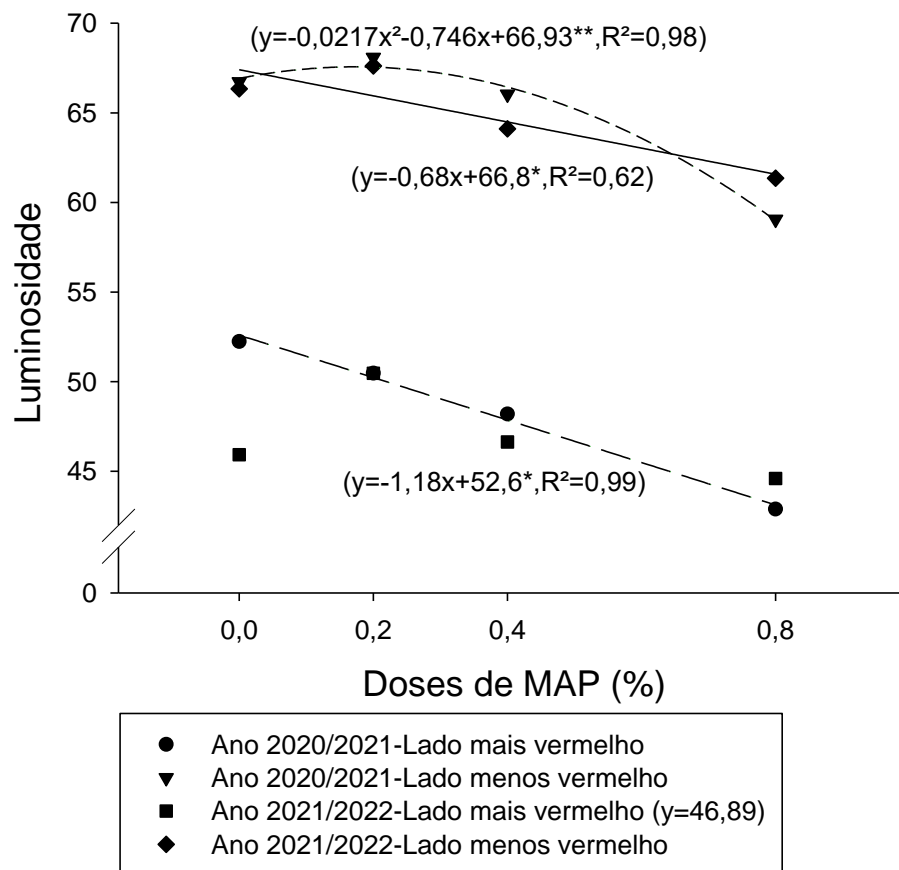
4.2 COMPOSIÇÃO DOS FRUTOS NA COLHEITA

Com relação aos dados de cor de frutos, apenas na safra 2021/2022 no lado menos vermelho, não houve efeito significativo pela aplicação de MAP (Figura 10). Na safra 2020/2021, no lado mais vermelho, obtivemos um decréscimo linear com o aumento da dose de MAP: no tratamento sem MAP o valor para luminosidade foi de 52,2 o qual diminuiu para 42,9 na maior dose (0,8%) de MAP (Figura 10). Na mesma safra, do lado menos vermelho, também houve um decréscimo de forma quadrática,

iniciando em 66,7, na testemunha, na dose estimada de 0,1% de MAP obtivemos 65,0 de luminosidade e chegando a 59,0 na maior dose aplicada (0,8%) (Figura 10).

Na safra 2021/2022, no lado menos vermelho, também encontramos decréscimo linear dos valores, inicialmente em 66,3, na ausência de MAP, e chegando 61,9 na maior dose aplicada (0,8%) (Figura 10). A diminuição da luminosidade indica a diminuição do brilho (0=preto; 100=branco), isto é, os frutos são vermelhos mais escuros e intensos, havendo a diminuição da quantidade de clorofilas e conseqüentemente aumento nos pigmentos vermelhos em decorrência das aplicações de fosfato monoamônico.

Figura 10 - *Luminosidade (L)* nos lados mais e menos vermelhos de macieira 'Galaxy' submetida a pulverizações de com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p>0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p>0,05$).

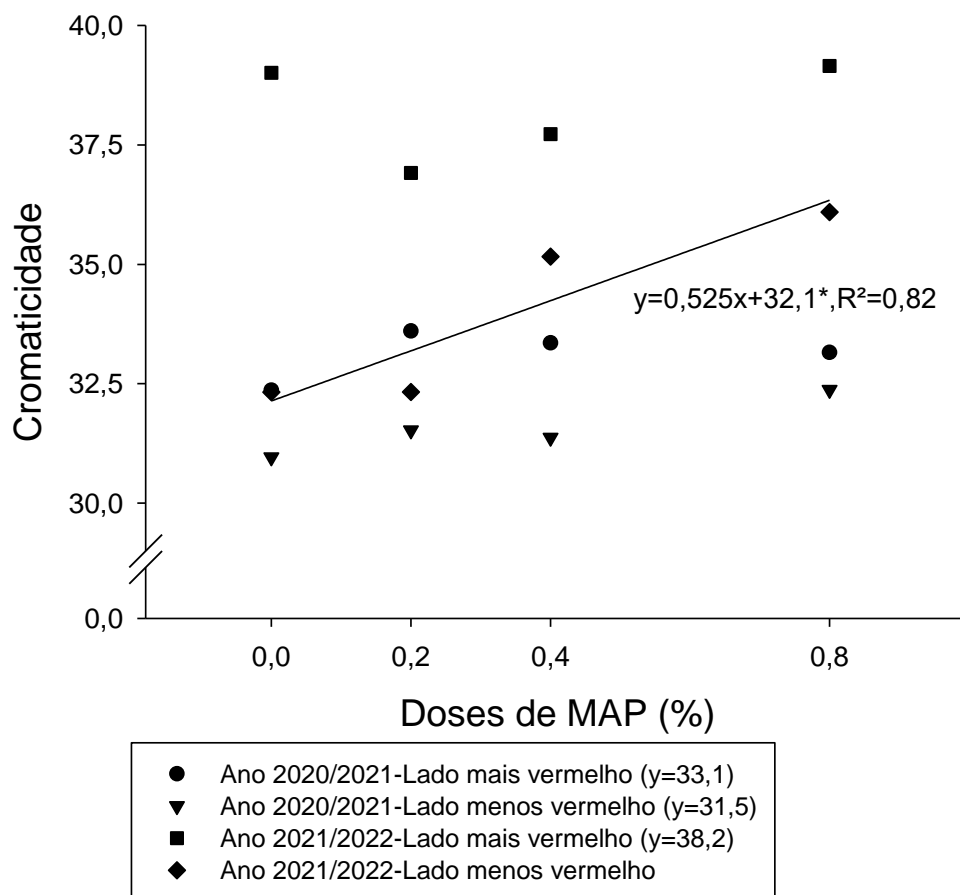
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Para o fator cromaticidade observou-se efeito significativo crescente: na testemunha, o valor foi de 32,3, tendo aumentado para 36,1 na maior dose (0,8%) de MAP (Figura 11). Este atributo está relacionado com a saturação da cor (0=cores

neutras; 60 = cores vívidas), e indica que quando há aumentos na cromaticidade observa-se que as cores tornam-se mais vívidas e, neste caso, vermelhas mais intensas.

Na safra de 2020/2021, nos lados mais e menos vermelhos, e na safra 2021/2022 no lado mais vermelho, não houve diferença significativa com o aumento da dose de fosfato monoamônico para cromaticidade (Figura 11).

Figura 11- Cromaticidade (C) nos lados mais e menos vermelhos de macieira 'Galaxy' submetida a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

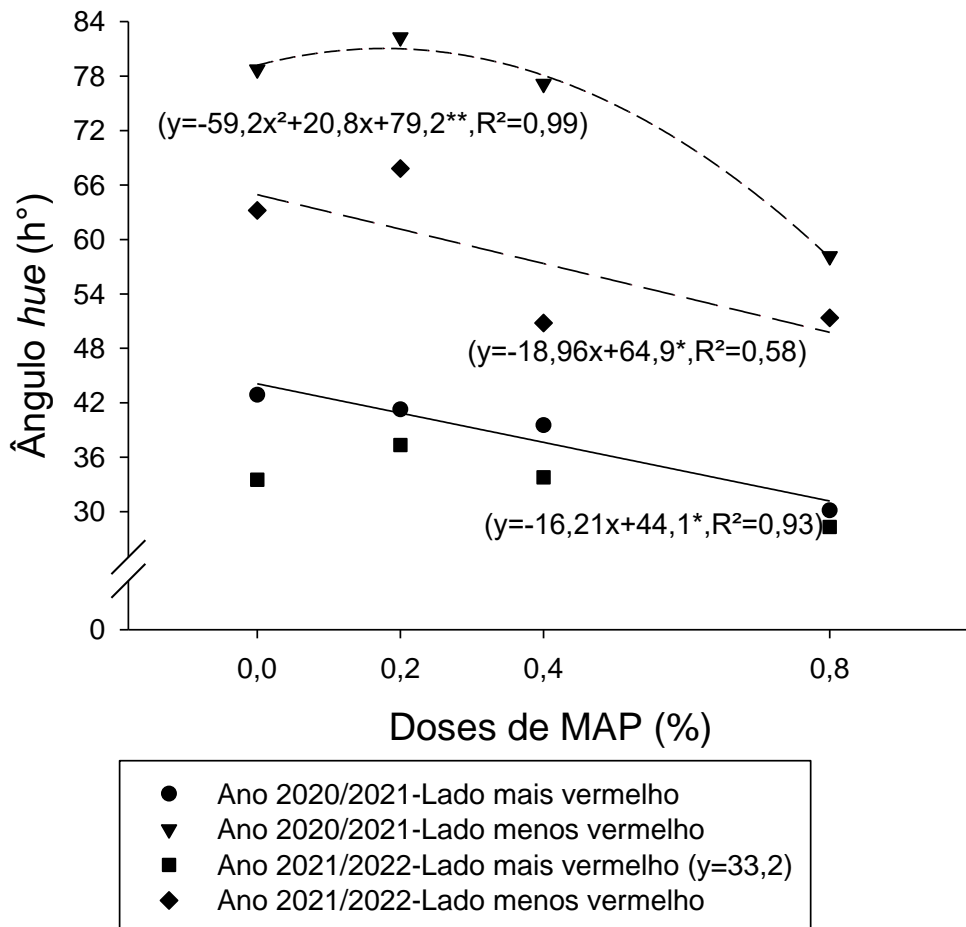
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Para o ângulo *hue*, os resultados foram muito parecidos com os de luminosidade, sendo que o único que não diferiu significativamente com o aumento da dose foi no lado mais vermelho, na safra 2021/2022 (Figura 12). Na safra 2020/2021, do lado menos vermelho, houve um decréscimo de forma quadrática: na ausência da adição de fertilizante fosfatado, o valor foi de 78,7 de tonalidade, na

dose estimada de 0,1% de MAP obtivemos 81 de tonalidade e chegando em 58,2 na dose máxima de MAP (0,8%) (Figura 12). Na mesma safra, do lado mais vermelho, houve uma diminuição de forma linear, cujo valor foi de 42,8 na testemunha e de 30,0 na maior dose de MAP (Figura 12).

Na safra de 2021/2022, houve diminuição linear do ângulo *hue* com o aumento da dose, sendo inicialmente de 63,2 de tonalidade, na testemunha, e de 51,4 na maior dose de MAP (0,8%) (Figura 12). Este é um fator importante, pois com a diminuição do ângulo há uma aproximação da tonalidade de vermelho (0°: vermelho; 90°: amarelo), destacando-se no primeiro quadrante, extremamente desejável para a obtenção de frutos vermelhos.

Figura 12- Ângulo *hue* (h°), nos lados mais e menos vermelhos de macieira 'Galaxy' submetida a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p>0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p>0,05$).

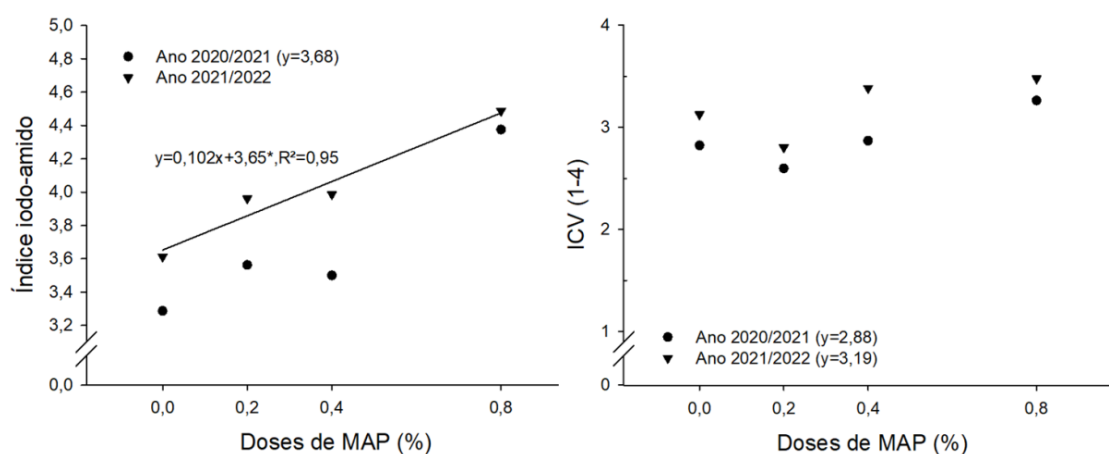
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Todos esses valores observados indicam que a adubação com fosfato monoamônico tornou os frutos vermelhos mais intensos e menos brilhantes, e isso ocorreu nos lados com maior e menor quantidade da cor vermelha. Outros autores observaram cores mais intensas com adubações fosfatadas em diferentes cultivares, como: 'Fuji Suprema' (GERBER, 2020 e LI et al., 2002), 'Braeburn' (STAMPAR, 2015), 'Jonagold' (WOJCIK e WOJCIK, 2007) e 'Starking Delicious' (LARRIGAUDIÈRE et al., 1996). Todos os autores citados acima relacionam o aumento da coloração vermelhas de maçãs com o aumento nos teores de antocianinas na casca, onde o P tem grande influência na transcrição genética de formação destes compostos como foi observado por Rowan et al, (2019).

O índice de iodo-amido aumentou de forma linear com aumento da dose de fosfato monoamônico na safra 2021/2022 (Figura 13), iniciando com uma média de 3,61, na testemunha, e atingindo 4,48 na maior dose de MAP aplicada (0,8%) e isso indica que a aplicação de MAP antecipou a maturação dos frutos, pela transformação do amido em açúcares solúveis. Na safra 2020/2021, não houve efeito dos tratamentos nesse atributo (Figura 13). Alguns autores, como Coldebella (2019) relacionam a importância da análise de iodo-amido para efetuar a determinação do início da colheita, demonstrando a importância da degradação do amido. Resultados obtidos por Gerber (2020) corroboram com os obtidos neste estudo, onde aplicações de fósforo em macieira aumentaram o índice iodo-amido, ressalta ainda que todos os valores obtidos estão acima de 2,5, indicando que os frutos estão no período ideal de colheita.

Para o índice de cor vermelha (ICV) não foi observada diferença significativa pela aplicação de MAP, nas duas safras avaliadas (Figura 13).

Figura 13- Índice de iodo-amido e índice de cor vermelha de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



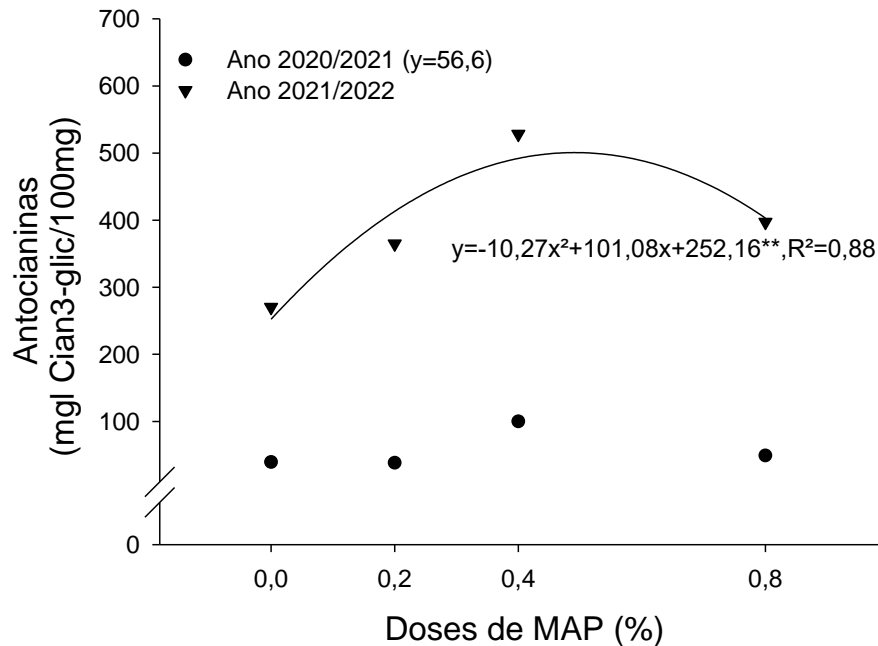
ns: não significativo ($p>0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p>0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para os teores de antocianinas foi observado que na safra 2020/2021 não houve efeito da adição de MAP via foliar (Figura 14), diferentemente do que ocorreu na safra 2021/2022 onde houve diferença significativa e efeito quadrático: na testemunha o valor foi de 270 mg/l Cian3-glic/100mg), tendo atingido o valor máximo de 500 mg/l Cian3-glic/100mg na dose de 0,4% de MAP (Figura 14). Estes valores indicam maiores teores de antocianinas e, como consequência, maior coloração vermelha da epiderme, indicando que o MAP aumentou a produção destes compostos.

Trabalhos como o de Stampar (2015), Li et al. (2002) e Funke e Blanke (2006) mostraram uma melhora nos níveis de antocianinas em diferentes cultivares de macieira com aplicações de soluções fosfatadas. Estes autores relatam uma correlação positiva entre a coloração, antocianinas e capacidade antioxidante, fenômeno também observado em outras frutíferas, como *vitis labrusca* L. e *vitis vinífera* L. (ABE et al. 2007). Nossos resultados mostram que o aumento de coloração vermelha dos frutos aumentaram com o aumento de níveis de antocianinas. A diferença de valores entre as safras pode ser explicada pelas condições climáticas adversas entre os anos avaliados.

Figura 14- Teor de antocianinas em frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Os sólidos solúveis aumentaram de forma quadrática com o aumento da dose de MAP na safra 2020/2021, iniciando com 9,1%, na testemunha, na dose estimada de 0,2% de MAP com 9,0% e atingindo 9,7% na dose de 0,8% de MAP (Figura 15). Estes valores indicam um incremento considerável de açúcares e ácidos com o aumento da dose de MAP aplicada, que podem ser justificados pela maturação mais avançada desses frutos. Na safra 2021/2022, entretanto, os teores de sólidos solúveis não foram afetados pela aplicação de MAP (Figura 15).

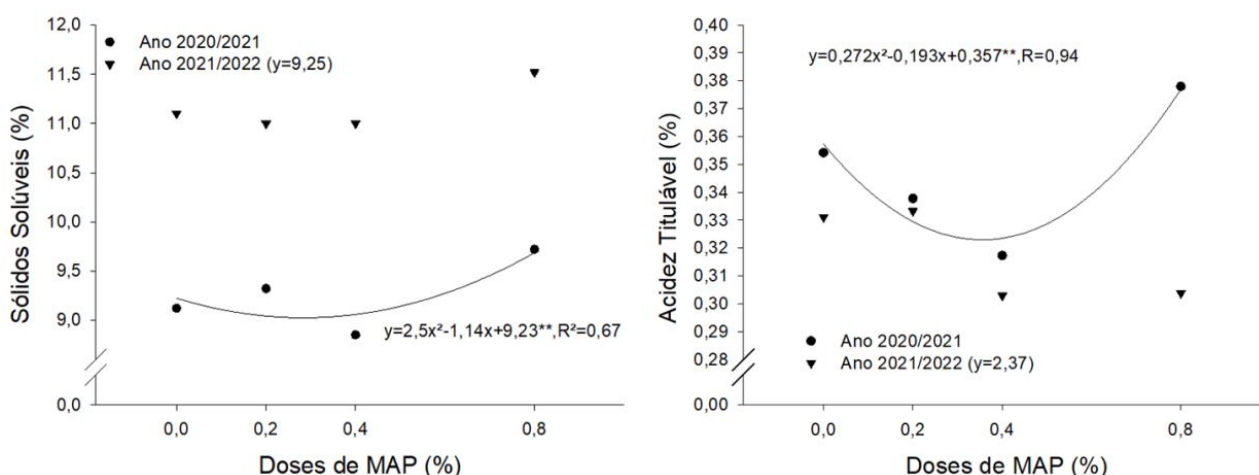
Harker et al. (2008) relacionam os maiores teores de sólidos solúveis com maior aceitação dos frutos pelo consumidor. Segundo Morgan (1999), os valores de sólidos solúveis são dependentes de fatores ambientais, nutricionais e genéticos. Medeiros (2015) observou aumento nos sólidos solúveis de frutos de morango com aplicações de fósforo, atrelando a necessidade dos frutos por fotoassimilados produzidos pelas folhas próximas, evidenciando uma dependência nutricional.

A acidez titulável foi afetada pela aplicação de MAP de forma similar ao que ocorreu com os sólidos solúveis. Na safra de 2020/2021, houve um incremento exponencial, iniciando com 0,35% de acidez, na testemunha, na dose estimada de

0,3% de MAP obtivemos 0,32 % de acidez e atingindo 0,37% na maior dose se MAP (0,8%) (Figura 15); na safra 2021/2022 não foi observado efeito dos tratamentos na acidez dos frutos (Figura 15). Este aumento de forma exponencial indica que os frutos tem maior quantidade de ácidos orgânicos, principalmente o málico, promovendo maior aromaticidade aos frutos.

Antoniolli et al. (2011) descreve a importância e a influência do estado nutricional das plantas para alguns atributos físicos e químicos, como acidez titulável, sólidos solúveis e coloração da epiderme. Tessmer (2009) descreveu que os valores adequados para frutos da cultivar Galaxy variam de 0,2 a 0,5% de acidez. Gerber (2020) também observou aumento de acidez com aplicações de fósforo.

Figura 15-Teor de sólidos solúveis (%) e acidez titulável (%) de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



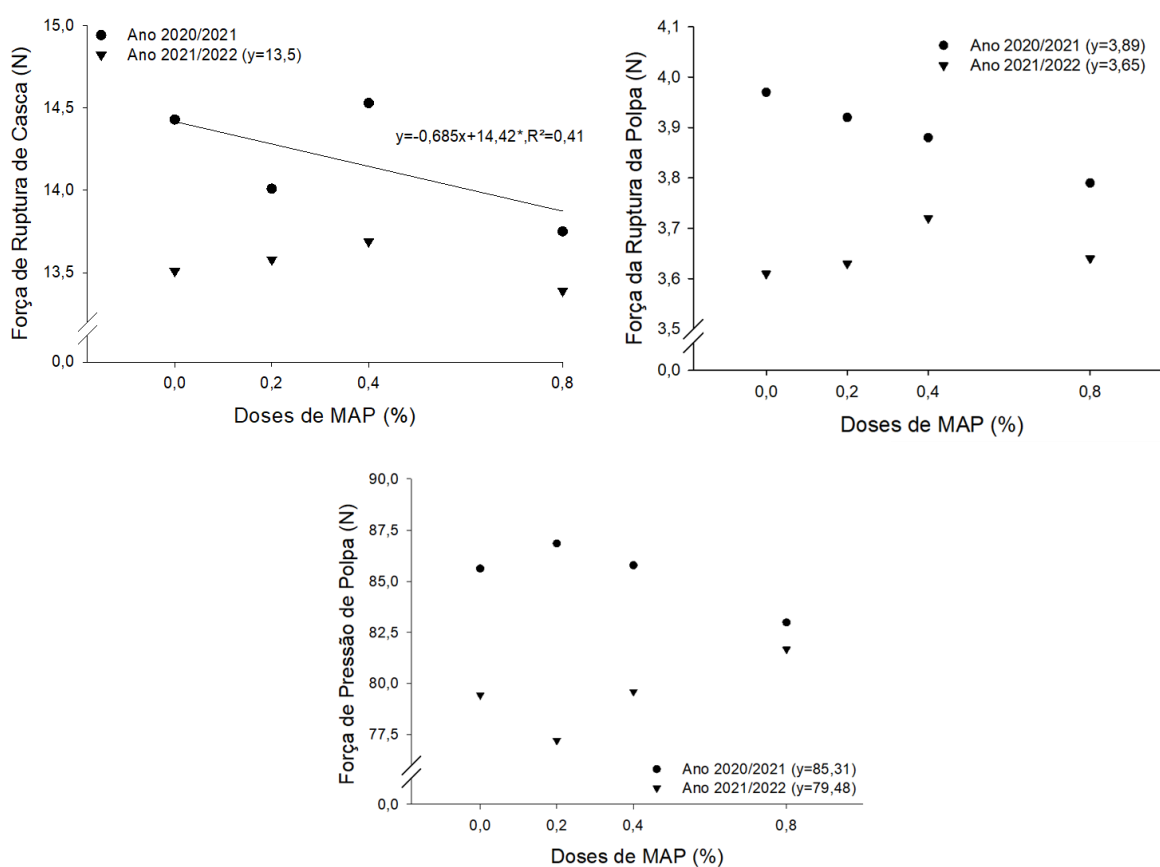
ns: não significativo ($p>0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p>0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A força de ruptura de polpa e a força de pressão de polpa dos frutos não foram afetadas pela aplicação foliar de MAP, em nenhuma das safras (Figura 16). Por outro lado, a força de ruptura de casca diminuiu de forma linear com o aumento da dose de MAP, iniciando com 14,4 N, na testemunha, tendo atingido 13,7 N na maior quantidade de MAP aplicado (0,8%) (Figura 16), e isto indica a existência de frutos com casca mais sensível. Na safra 2021/2022, não houve efeito da aplicação de MAP nesse parâmetro (Figura 16), diferentemente dos resultados encontrados por Wojcik e Wojcik (2007) e por Gerber (2020), onde adubações fosfatadas aumentaram a firmeza de maçãs. Há de ser mencionado que resultados

encontrados por Coldebella (2015), Amarante (2011), e Ilić & Fallik (2017) mostram que houve diminuição da firmeza de polpa com a utilização de telas antigranizo. No presente trabalho, não temos como avaliar esse fenômeno, pois todas unidades experimentais estavam cobertas com tela.

Figura 16- Atributos de textura, força de ruptura da casca (FRC), força de ruptura da polpa (FRP) e força de pressão de polpa (FPP) de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



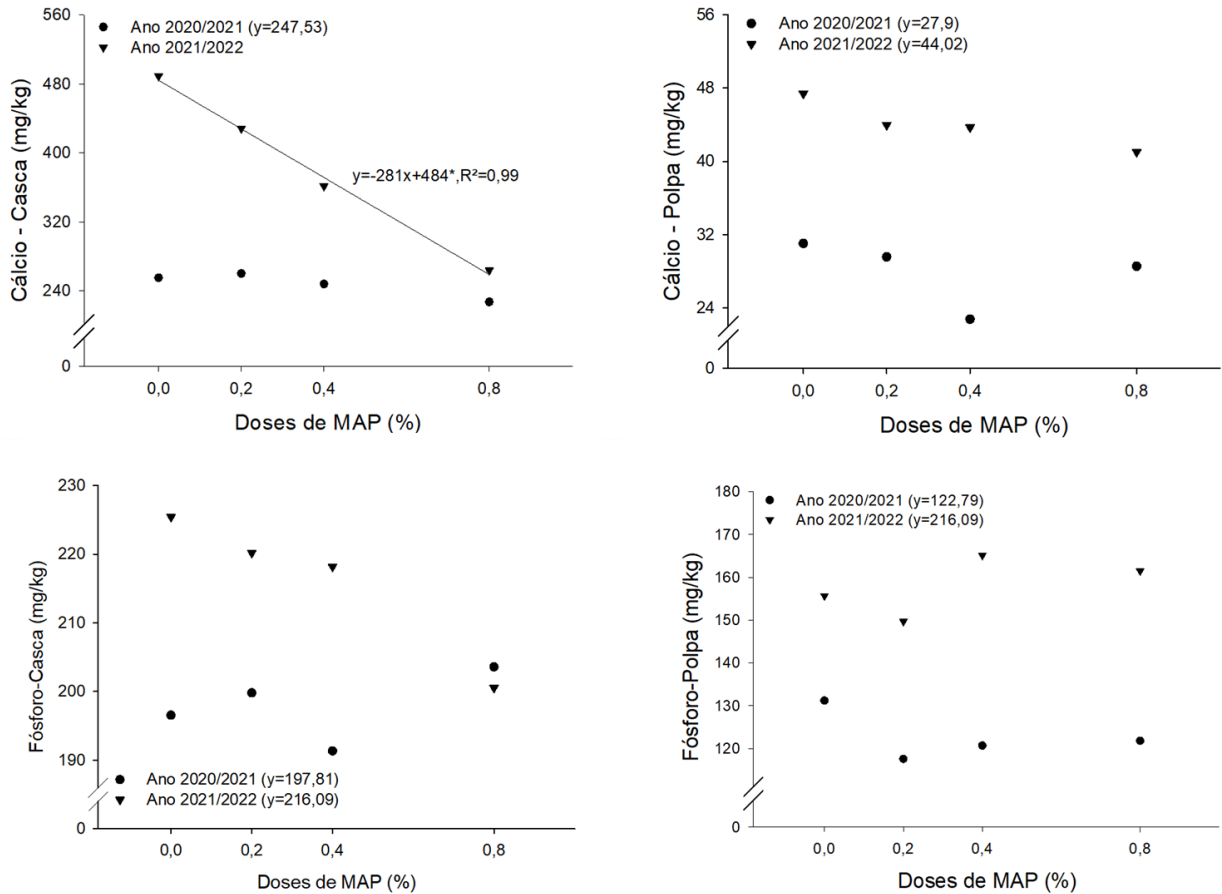
ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A análise mineral dos frutos foi realizada na casca e na polpa, separadamente, em cada uma das safras (2020/2021 e 2021/2022). Para o cálcio, não houve efeito da aplicação de MAP, tanto na polpa quanto na casca, na safra 2020/2021 (Figura 17). Na safra 2021/2022, entretanto, o teor de Ca na casca dos frutos diminuiu de forma linear com o aumento da dose de MAP, partindo de 489 mg/kg, na testemunha, para 263 mg/kg na dose máxima de MAP (0,8%), (Figura 17), e não temos explicação plausível para isso.

Os teores de fósforo (Figura 17), magnésio, nitrogênio (Figura 18) e potássio (Figura 19) não foram afetados pelas doses de MAP aplicadas, tanto na casca quanto na polpa, em nenhuma das duas safras (2020/2021 e 2021/2022).

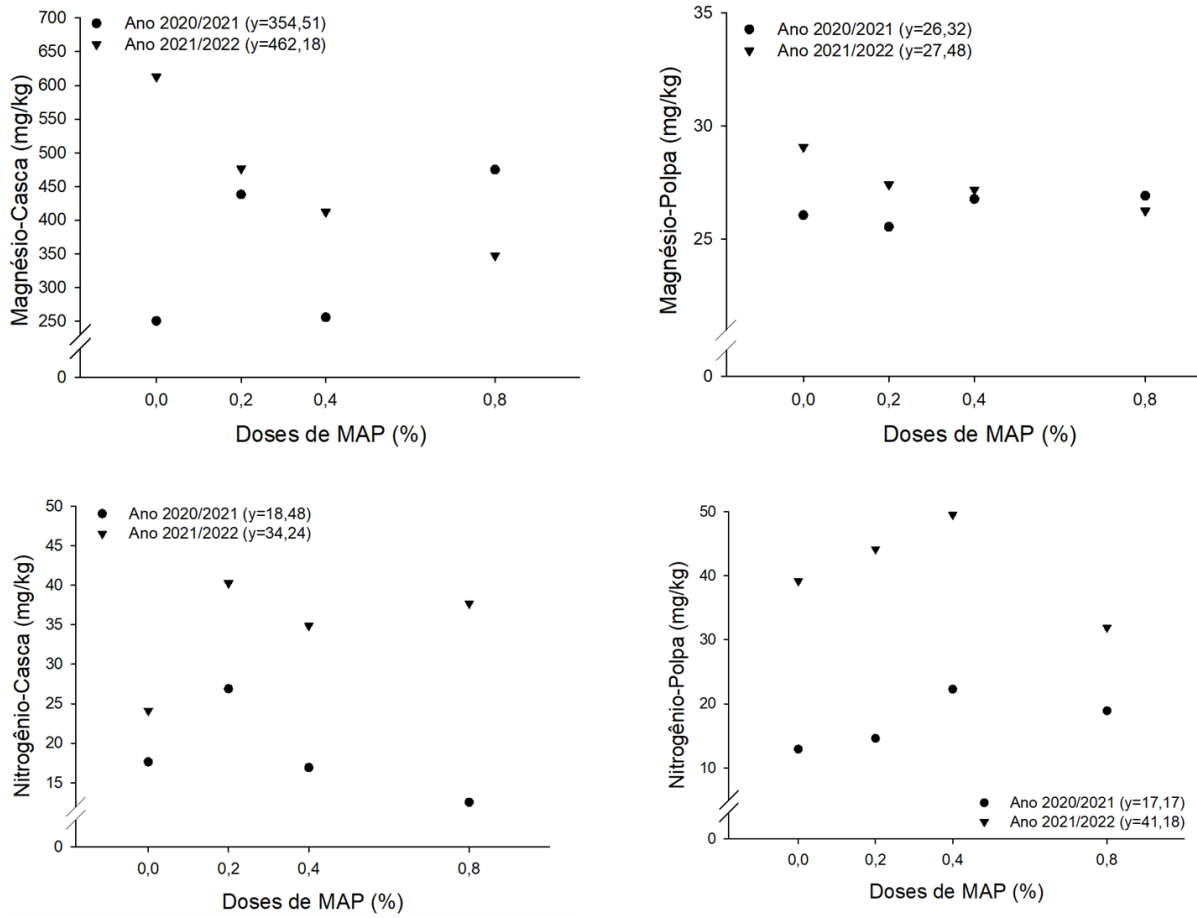
Figura 17- Teores de cálcio e fósforo na casca e na polpa de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

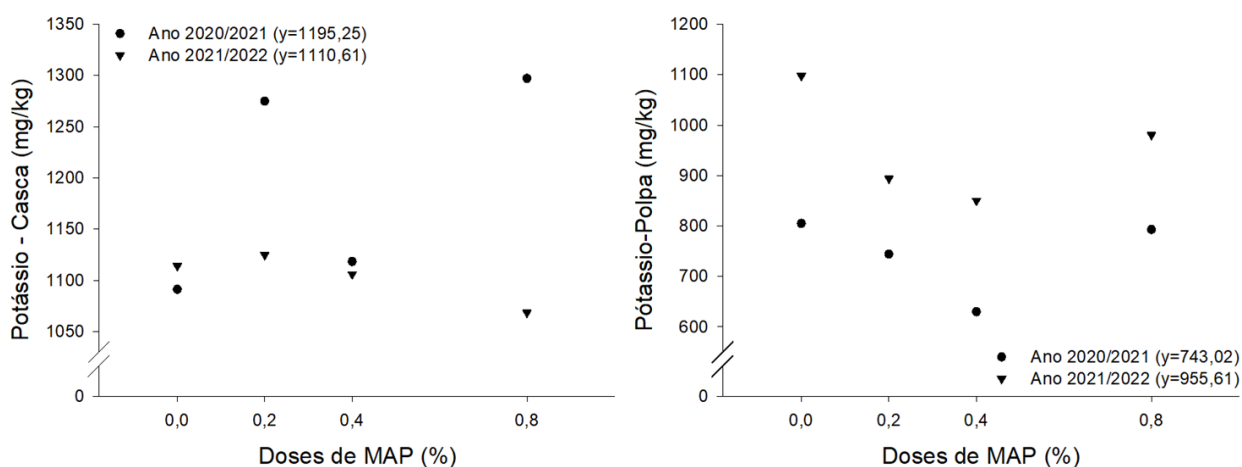
Figura 18- Teores de magnésio e nitrogênio na casca e na polpa de frutos de macieira 'Galaxy' submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Figura 19- Teores de potássio na casca e na polpa de frutos de macieira ‘Galaxy’ submetidos a pulverizações com doses de fosfato monoamônico (MAP), durante as safras 2020/2021 e 2021/2022.



ns: não significativo ($p > 0,05$) seguido pela média; *: significativo a ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

CONCLUSÕES

Aplicações foliares de fosfato monoamônico em pré-colheita em pomares cobertos com tela antigranizo preta diminuíram a luminosidade e o ângulo hue, e aumentando a cromaticidade, proporcionando cor vermelha mais intensa e menos brilhante.

As aplicações de MAP também aumentaram alguns atributos relacionados com a qualidade dos frutos, incluindo acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice iodo-amido e antocianinas.

As aplicações de MAP não influenciaram alguns atributos de textura, incluindo a força de ruptura da polpa (FRP) e a força da pressão da polpa (FPP), diferentemente da força de ruptura da casca (FRC), que diminuiu com o aumento da dose.

Nas folhas, a aplicação de MAP diminuiu o índice SPAD e aumentou os teores de nitrogênio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicações de fosfato monoamônico em pré-colheita são importantes para a melhoria qualitativa de frutos da cultivar 'Galaxy', especialmente em pomares cobertos com tela antigranizo da cor preta. Houve incremento na coloração da epiderme, tanto nos lados mais e menos vermelhos dos frutos, aumento na quantidade de antocianinas, sólidos solúveis, acidez titulável, iodo-amido. Esses são parâmetros importantes para consumidores e fruticultores, por serem atributos fundamentais na decisão correta do momento de iniciar as colheitas dos pomares comerciais.

São necessários mais estudos avaliando pomares instalados em condições diversas de solo, clima, coloração de telas, manejo, cultivares de macieira para determinar de forma mais conclusiva sobre os efeitos das aplicações foliares de fósforo em pré-colheita na qualidade dos frutos, buscando utilizar outras fontes de fósforo para observar se há o mesmo efeito. Deve-se também ser realizada uma estimativa de custo benefício, relacionando o preço pago ao fruticultor pela qualidade dos frutos com a melhoria das aplicações de MAP aos frutos. Outra atividade necessária é observar os padrões qualitativos de preferência do consumidor, além da coloração, como acidez, textura, açúcares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCORSI, W. R.; HAAG, H. P. Alterações morfológicas e citológicas do cafeeiro (*Coffea arabica* L., var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy), cultivada em solução nutritiva derivada das deficiências e excessos dos macronutrientes. **Revista do Café**, p. 5-19, 1959.
- ACKERMANN, J.; FISCHER, M.; AMADO, R. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (cv. Glockenapfel). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 1131–1134, 1992.
- ALMEIDA, G.V.B. de; ALVES, A.A. Mercado de maçã: situação atual, ameaças, oportunidades e estratégias para o futuro. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, Epagri, p.56-65, 2006.
- AMARANTE, C. V. T.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C.A. Cultivo de macieira em ambiente protegido. **Fruticultura em ambiente protegido**. Embrapa, p.75-104, 2012.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C.A.; ARGENTA, L.C. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. **Scientia Horticulturae**, v.129, p.79-85, 2011.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS C. A.; MOTA S. C.; SANTOS H. P. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras 'Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.925-931, 2007.
- ANDRADE, A. R. S.; SILVA, J. C.; SILVA, E. G.; FRANCO, E. S.; SILVA, A. S.; NORONHA, D. A.; FERREIRA, M. E. S.; SILVA, M. B. G. Influência da adubação fosfatada na qualidade físico-químicas de frutos de morangueiro. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], p. 3243-3262, 20 set. 2020
- ANGELIS, V., SANCHEZ, E. and TOGNETTI, J. Timing of nitrogen fertilization influences color and anthocyanin content of apple (*Malus domestica* Borkh. cv 'Royal Gala') fruits. **International Journal of Fruit Science**, p. 364-375, 2011.
- ANTONIOLLI, L. R.; CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; GOMES, J. C. C. Qualidade de maçãs baseada nas condições nutricionais e meteorológica. Inovações tecnológicas para o setor da maçã – Inovamaçã: relatório técnico, **Embrapa Uva e Vinho**, p. 275-310, 2011.
- ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SOUZA, F.; PEREIRA, W. S. P.; EDAGI, F. K. Diagnóstico da qualidade de maçãs no mercado varejista brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 48-63, 2015.
- BERLATO, M. A.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 121-132, 2000.
- BENDER, R. J. Frigoconservação convencional e em atmosfera controlada de maçãs cv. Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.11, n.1, p.45-50, 1989.

BIZJAK, J.; WEBER, N.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; SLATNAR, A.; STAMPAR, F.; ZOBAYER, A.; STICH, K.; HEIDI, H.; VEBERIC, R. Influence of phostrade Ca on color development and anthocyanin content of 'Braeburn' apple (*Malus domestica* Borkh.). **HortScience**, v. 48, p. 193–199, 2013.

BLANKE, M. M. The structure of coloured hailnets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.817, 2009.

BOLFARINI, A. C. B. **Desempenho Agrônômico e Qualidade dos Frutos de Bananeiras 'Prata Anã' e 'Maçã' Submetidas à Adubação Fosfatada**. 2015. Dissertação - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, [S. l.], 2015.

BOSCO, L. C. **Alterações microclimáticas causadas por cobertura antigranizo e efeitos sobre o desenvolvimento e produção de macieiras**. Tese – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

BOSCO, L. C., BERGAMASCHI H., CARDOSO L. S., PAULA V. A., MARODIN G. A. B., Nachtigall G. R. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v.59, p.773-782, 2014.

BOSCO, L. C.; NACHTIGALL G. R.; BERGAMASCHI H.; PAULA V. A.; CARDOSO L. S.; MARODIN G. A. B. Tela antigranizo sobre pomares de macieira em Vacaria, RS. **Embrapa**, 2013. 8p. (Comunicado técnico, 144).

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B.; GATIBONI, L.C.; URQUIAGA, S. Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado via foliar em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.110-114, 2005.

BRUNETTO, G. **Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado em plantas de videira**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

BRUNETTO, G.; NAVA, G. AMBROSINI, V.G.; COMIN, J.J.; KAMINSKI, J. The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n. 2, p.507- 516, 2015.

BUENO, M. P.; SILVA, A. C.; NUNES, A. L. P. F.; SARDINHA, A. C.; LIMA, P. T. S. ISSN: 2525-8761. Analysis of the commercialization of the brazilian apple production chain: production, import and export in the year 2015 to 2019, [S. l.]: **Brazilian Journal of Development FAO**, p. 34061-34078, 2021.

BULENS, I.; VAN DE POEL, B.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; DE PROFT, M. P.; GEERAERD, A. H.; NICOLAI, B. M. Influence of harvest time and 1-MCP application on postharvest ripening and ethylene biosynthesis of 'Jonagold' apple. **Postharvest Biology and Technology**, v. 72, p. 11–19, 2012.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. do C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciências Químico Farmacêuticas**, v. 40, p. 116-138, 2011.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. EPAGRI, 2.ed., p. 113-168, 2006.

CASTELLANO, S., SCARASCIA MUGNOZZA, G., RUSSO G., BRIASSOULIS, D., MISTRIOTIS, A., HEMMING S., WAAIJENBERG D. Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 24, p.799-808, 2008.

CERA, J. C., STRECK, N. A., ZANON, A. J., ROCHA, T. S. M., CARDOSO, A. P., RIBEIRO, B. S. M. R., FENSTERSEIFER, C. A. J., BECKER C. C. Dano por granizo na cultura da soja em condições de lavoura: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, p.211-217, 2016.

CHANG, H. Y.; VICKERS, Z. M.; TONG, C. B. S. The use of a combination of instrumental methods to assess change in sensory crispness during storage of a "Honeycrisp" apple breeding family. **Journal of Texture Studies**, v. 49, n. 2, p. 228-239, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. **EMBRAPA**, p. 783, 2005.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul**. [s.l.]. 11 ed., p. 376; 2016.

COLDEBELLA M. C. **Escalonamento da colheita de maçãs utilizando ácido bórico como antecipador da maturação**. Tese. Universidade do Estado de Santa Catarina, [S. l.], 2019.

CROSS, A. F.; SCHLESINGER, W. H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. **Geoderma**, v.64, p.197-214, 1995.

DALL'ORSOLETTA, D. J. **Formas de fósforo no escoamento superficial em função da declividade do terreno e doses de dejetos suíno**. Tese. Universidade do Estado de Santa Catarina, [S. l.], 2018.

DAR, J. A; WANI A. A; AHMED M; NAZIR R; ZARGAR S. M; JAVAID K. Cor da casca da maçã (*malus x domestica borkh.*): Um parâmetro econômico de qualidade no mercado de frutas. **Scientia Horticulturae** , v. 244 , p. 50-60, 2018.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas. **Fertilidade do Solo**. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: alice.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 4 out. 2021.

DHILLON, J.; TORRES, G.; DRIVER, E.; FIGUEIREDO, B.; RAUN, W. R. World phosphorus use efficiency in cereal crops. **Soil Fertility & Crop Nutrition**; p. 1670–1677; 2017.

DOLINSKI, M.A.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L.; SOUZA, S.R.; MAY-DE MIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do

pessegueiro 'Chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.295-299, 2005.

DROGOUDI, P. D.; PANTELIDIS, G. Effects of position on canopy and harvest time on fruit physicochemical and antioxidant properties in different apple cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 4, p. 752-760, 2011.

DUSSI, M. C., GIARDINA, G., SOSA, D., GONZÁLEZ JUNYENT R., ZECCA A., REEB REEB P. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.3, n.2, p.253-260, 2005.

ERNANI, Paulo Roberto. Distribuição de nutrientes no solo e disponibilidade às plantas. **Química do Solo e Disponibilidade de Nutrientes**. [S. l.: s. n.], 2016.

FALLAHI, E.; KHEMIRA, H.; RIGHETTI, T. L.; AZARENKO, A. N. Influence of foliar application of urea on tree growth, fruit quality, leaf minerals, and distribution of urea-derived nitrogen in apples. **Acta Horticulturae**, n.594, p. 603-610, 2002.

FAQUIN, V. Introdução. **Nutrição Mineral de Plantas**. [S. l.: s. n.], 2005.

FERNÁNDEZ, V.; EICHERT, T. Captação de solutos hidrofílicos através de folhas de plantas: estado atual do conhecimento e perspectivas da fertilização foliar, revisões críticas em ciências das plantas, **Critical Reviews in Plant Sciences**, p. 36-68, 2009.

FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. Adubação Foliar - Fundamentos Científicos e Técnicos de Campo. **Abisolo**, [S. l.: s. n.], 2015.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculo de caju**.154p. Tese, USP, 2000.

GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J. Fracionamento químico das formas de fósforo do solo: usos e limitações. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.8, p.141-187, 2013.

GATIBONI, L. C.; VARGAS, C. O.; ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; STAHL, J.; CHAVES, D. M.; BRUNETTO, G.; DALL'ORSOLETTA, D. J.; RAUBER, L. P. Phosphorus fractions in soil after successive crops of *Pinus taeda* L. without fertilization. **Ciência Rural**. p. 1–8, 2017.

GERBER, J. M.; NAVA, G.; ERNANI, P. R.; CIOTTA, M. N.; AMARANTE, C. V. T.; COLDEBELLA, M. C. Quality of 'Fuji Suprema' apples influenced by long-term annual addition of phosphorus to the soil. **Ciência Rural**, [S. l.], p. 1-7, 16 jul. 2018.

GERBER, J. M. **Aplicações anuais de superfosfato triplo em pomar de macieira e seus efeitos na qualidade dos frutos e nas formas de fósforo do solo**. Tese. Universidade do Estado de Santa Catarina, [S. l.], 2020.

GERHARDT, G. **Panorama da Fruticultura Brasileira: Maçã**. Agroisight, [S. l.], p. 1-3, 2021. Disponível em: <https://agroisight.com.br/panorama-da-fruticultura-brasileira-maca/>. Acesso em: 28 out. 2021.

GIRARDI, C. L.; NACHTIGALL, G. R.; PARUSSOLO, A. FATORES PRÉ-COLHEITA QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DA FRUTA. **MAÇÃ PÓS-COLHEITA**. [S. l.: s. n.], p. 24-34, cap. 3, 2004.

GIRARDI, C. L.; PEGORARO, C.; CRIZEL, G.; STORCH, T. T.; ZANUS, M. **C. Conservação da Qualidade Pós-colheita de Maçãs**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: alice.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 30 set. 2021.

GOMEZ-CORDOVES, C.; VARELA, F.; LARRIGAUDIERE, C.; VENDRELL, M. Efeito dos Tratamentos com Ethephon e Seniphos na Composição de Antocianinas de Maçãs Starking. **Jornal de Química Agrícola e Alimentar**, p. 3449-3452, 1996.

GRIS, E. Nouvelles experience sur l'action des composis ferrugineuxsolúvel, aplica a la vegetación et specialment au traitement de la chloroseet a la debilite des plantes. **Comp. Render. Acad. Sci.** 19: 1118-1119. 1844.

GYPSE, S.; HIRSCH, F.; SCHLEICHER, A. M.; FREESE, D. Impact of crystalline and amorphous iron- and aluminum hydroxides on mechanisms of phosphate adsorption and desorption. **J Environ Sci. Elsevier**, p. 1–15, 2017.

HARKER, F.R.; GUNSON, F.A.; JAEGER, S.R. The case of fruit quality: an interpretative review of consumer attitudes and preferences for apples. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, n.3, p.333-347, 2003.

HARKER, F.R.; KUPFERMAN, E.M.; MARIN, A.B.; GUNSON, F.A.; TRIGGS, C.M. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. **Postharvest Biology and Technology**, v.50, n.1, p.70-78, 2008.

HAWERROTH, F.J. **Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação de macieira e pereira**. 158p. Tese – Universidade Federal de Pelotas, 2012.

HARKER, F. R.; KUPFERMAN, E. M.; MARIN, A. B.; GUNSON, A.; TRIGGS, C. M. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 70-78, 2008.

HUNSCHE, M.; BLANKE, M. M.; NOGA, G. Does the microclimate under hail nets influence micromorphological characteristics of apple leaves and cuticles? **Journal of Plant Physiology**, [S.l.], v.167, p. 974–980, 2010.

IGLESIAS, I.; ALEGRE S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. **Journal of Applied Horticulture**, v.8, n.2, p. 91- 100, 2006.

IGLESIAS, I., SALVIA, J., TORGUET, L. e CABÚS, C. Orchard cooling with overtree microspinkler irrigation to improve fruit colour and quality of 'Topred Delicious' apples. **Scientia Horticulturae**, 2002.

ILIĆ, Z. S.; FALLIK, E. Light quality manipulation improves vegetable quality at harvest and postharvest: A review. **Environmental and Experimental Botany**, v. 139, 2017.

In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 7., 2017, Avaré, SP. Anais... Holambra: **Holantec Consultoria em Fruticultura**, 2017.

KONDO, S., HIRAOKA, K., KOBAYASHI, S., HONDA, C. e TERAHARA, N. Changes in the expression of anthocyanin biosynthetic genes during apple development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, p. 971-976, 2002.

LANCASTER, J.; DOUGALL, D. K. Regulation of skin color in apples. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.10, p. 487-502, 1992.

LANDAU, E. C.; SILVA, GILMA A. Evolução da Produção da Maçã. *In: Dinâmica da Produção Agrícola e da Paisagem Natural no Brasil nas Últimas Décadas.* [S. l.: s. n.], cap. 28, p. 925-950, 2019.

LARRIGAUDIERE, C., PINTO, E. e VENDRELL, M. Differential effects of ethephon and Seniphos on color development of 'Starking Delicious' apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, p. 746-750, 1996.

LAZZAROTTO, J. J. Indicadores econômicos e financeiros em sistemas típicos de produção de maçã no Brasil: **EMBRAPA**, [S. l.], 19 jul. 2018.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.714-716, 2002.

LEITE, J. N. F. **Formas Orgânicas e Inorgânicas de Fósforo no Solo em Função de Plantas de Cobertura e de Adubação Nitrogenada.** 2015. Tese - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, [S. l.], 2015.

LITTLE, C.R.; HOLMES, R.J. Harvest maturity. Storage technology for apples and pears. Knoxville: **Department of Natural Resources and Environment**, p.112-152, 2000.

LI, Z., GEMMA, H. e IWAHORI, S. Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. **Scientia Horticulturae**, p. 193-199, 2002.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, p. 291-297, 2007.

LUCAS, D. D. P.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; DAL-CIN, J. S.; LOOSE, L. H. Escala diagramática de quantificação de dano causado por granizo em folhas de girassol. **Revista Ciência Agronômica**. v. 43, pág. 822-826, 2012.

MARTINAZZO, R.; RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à

adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.563-570, 2007.

MARTINS, J. A.; BRAND, V. S. ; CAPUCIM, M. N. ; FELIX, R. R. ; MARTINS, L. D.; FREITAS, E. D. ; GONÇALVES, F. L.T. ; HALLAK, R.; SILVA DIAS, M. A. F.; CECIL, D. J. Climatology of destructive hailstorms in Brazil. **Atmos Res**, v. 184, p. 126-138, 2016.

MARTINS, B. N. M. **Doses de Fósforo na Produção das Mudanças e sua Influência na Produção e Qualidade de Tomate**. 2015. Dissertação - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, [S. l.], 2015.

MEDEIROS, R. F. **Crescimento, produção e qualidade de morangueiro adubado com N, P e K**. Tese. Universidade Federal da Paraíba, 2015.

MENDES, A. R.; ALVES, I. P.; BARBIERI, M. **MAÇÃ/CEPEA: Colheita se encerra com maior volume. E agora, o que esperar?**. [S. l.], 10 jun. 2021. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/maca-cepea-colheita-se-encerra-com-maior-volume-e-agora-o-que-esperar.aspx>. Acesso em: 21 out. 2021.

MENDES, A. M. S. Introdução a Fertilidade do Solo. *in*: Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água. **Introdução a Fertilidade do Solo [...]**. [S. l.: s. n.], 2007.

MIDDLETON, S., MCWATERS, A. Hail Netting of Apple Orchards - Australian Experience. **Compact Fruit Tree**, v.35, p.51-55, 2002.

MORGAN L. Fruit flavour and hydroponics. The best of practical hydroponics and greenhouses. **Casper Publications**, 1999.

MOTA, F.S. Meteorologia agrícola. 5.ed., **Nobel**, p. 376, 1981.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: Fatos e mitos. **Embrapa Uva e Vinho (CNPUV)**, [s. l.], 2010.

NAVA, A.; SHIMABUKURO, J.; CHMURA, A.; LUZ, S. L. B. The Impact of Global Environmental Changes on Infectious Disease Emergence with a Focus on Risks for Brazil. **ILAR Journal**, 2017.

NAVA, G.; BASSO, C.; NUENBERG, N.; MELO, G. W.; NACHTIGALL G. R.; SUZUKI A. Fertilidade do Solo e Nutrição na Produção Integrada de Maçã. **Embrapa**, 2002. 12p. (Circular técnico, 33).

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p.471-537, 2007.

ORTÚZAR, J. D.; ROMÁN, C. El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. **Eure**, v. 29, n. 88, p. 149-171, 2003.

- PELÁ, A.; ZUCARELLI, C.; SOUTO, L. S.; WADT, L. G. R.; MARTINEZ, M. M.; GRASSI FILHO, H. Aplicação de fósforo via foliar durante o desenvolvimento do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** 2003.
- PÉNEAU, S.; HOEHN, E.; ROTH, H. R.; ESCHER, F.; GUTH, J. N. Importance and consumer perception of freshness of apples. **Food Quality and Preference**, p. 9-19, 2006.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, ed. especial, p. 48-56, 2011.
- PRADO, R. M.; VALE, D. W. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura spad em porta-enxerto de limoeiro cravo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2008.
- REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.
- ROBERTS T.L.; JOHNSTON A.E. Phosphorus use efficiency and management in agriculture. **Resour Conserv Recycl**; p. 275–281; 2015.
- ROWAN, D.D.; CAO, M.; LIN-WANG, K.; COONEY, J.M.; JENSEN, D.J.; AUSTIN, P.T.; HUNT, M.B.; NORLING, C.; HELLENS, R.P.; SCHAFFER, R.J.; ALLAN, A.C. Environmental regulation of leaf colour in red 35S:PAP1 Arabidopsis thaliana. **New Phytologist**. v.182, p.102–115, 2009.
- SELAN, M., KASTELEC, D., JAKOPIČ, J., VEBERIČ, R. MIKULIČ-PETKOVŠEK, M. KACJAN-MARŠIĆ, N. Hail net cover, cultivar and pod size influence the chemical composition of dwarf French bean. **Scientia Horticulturae**, v.175, p. 95–104, 2014.
- SHANGGUAN, L.; SONG, C.; LENG, X.; KAYESH, E.; SUN, X.; FANG, J. Mining and comparison of the genes encoding the key enzymes involved in sugar biosynthesis in apple, grape, and sweet orange. **Scientia Horticulturae**, v. 165, p. 311- 318, 2014.
- SHAFIQ, M., SINGH, Z., & KHAN, AS. A aplicação de etefon na pré-colheita e os sistemas de condução afetam o desenvolvimento da cor, o acúmulo de flavonoides e a qualidade do fruto da maçã 'Cripps pink'. **Australian Journal of Crop Science**, 2014.
- SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E.; FINN, C. E.; PEREIRA, C. B. Influence of cultivar, maturity and sampling on blackberry (*Rubus L*, Hybrids) Anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 8021-8030, 2004.
- SMIT, A. **Apple tree and fruit responses to shade netting**. Dissertação, Universidade de Stellenbosch, 2007.
- SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Can coloured hailnets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin,

vitamin C) of apple fruit? **Food Science and Technology**, v. 43, n. 8, p. 1277-1284, 2010b.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Coloured hailnets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. **Plant Growth Regulation**, v. 56, n. 3, p. 211-218, 2008.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. The microclimate under coloured hailnets affects leaf and fruit temperature, leaf anatomy, vegetative and reproductive growth as well as fruit coloration um apple. **Annals of Applied Biology**, v. 156, p. 121-136, 2010a.

STAMPAR, F.; BIZJAK, J.; VEBERIC R.; JAKOPIC J. Foliar Application of Phosphorus Improves Apple Fruit Color During Ripening. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, p. 1195–1200, 2015.

STAMPAR, F.; VEBERIC, R.; ZADRAVEC, P.; HUDINA, M.; USENIK, V.; SOLAR, A.; OSTERC, G. Yield and fruit quality of apples cv. 'Jonagold' under hail protection nets. **Gartenbauwissenschaft**, v.67, p.205–210, 2002.

STEVENSON, D. G.; DOMOTO, P. A.; JANE, J. Structures and functional properties of apple (*Malus domestica* Borkh) fruit starch. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 63, n. 3, p. 432-441, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A.. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. [S. l.: s. n.], 2017.

TANNY, J.; Cohen S.; Grava, A.; Naor, A.; Lukyanov, V. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n.807, p.103–108, 2009.

TESSMER M. A. **Características anatômicas e físico-químicas de frutos de macieira (*Malus Domestica* Borkh) e sua relação com a lenticelose**. Dissertação. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.

TREUTTER, D. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. **Plant Growth Regulation**, p. 71-89, 2001.

Um Mapa Nacional das Grandes Tempestades de Granizo. **Revista Pesquisa Fapesc**, [S. l.], p. 14-17, 8 dez, 2016.

VANOLI, M.; BUCCHERI, M. Overview of the methods for assessing harvest maturity. **Stewart Postharvest Review**, 8, 1–11, 2012.

WARNIER, O. The influence of an anti-hail net on the quality of fruits and their production. **Fruit Belge**, Liège, v.72, p.86-93, 2004.

WIDMER, A. Light intensity and fruit quality under hail protection nets. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n. 557, p.421-426, 2001.

WHALE, S. K., SINGH, Z., BEHBOUDIAN, M. H., JANES, J. e DHALIWAL, S. S. Fruit quality in 'Cripp's Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest

sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. **Scientia Horticulturae**, p. 342-351, 2008.

WHALE, S. K; SINGH, Z. Endogenous Ethylene and Color Development in the Skin of 'Pink Lady' Apple. **Scientia Horticulturae**, v. 132, p. 20-28, 2007.

WOJCIK, P. e WOJCIK, M. Response of mature phosphorous-deficient apple trees to phosphorous fertilization and liming. **Journal of Plant Nutrition**, p. 1623-163, 2007.

YANG, X.; SONG, J.; CAMPBELL-PALMER, L.; FILLMORE, S.; ZHANG, Z. Effect of ethylene and 1-MCP on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and perception during ripening of apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 78, p. 55-66, 2013.

YURI, H. M. **Gestão de risco de granizo pelo seguro e outras alternativas: estudo de caso em pomares de maçã de Santa Catarina**. 156p. Dissertação Universidade de São Paulo, 2003.

ZEEBROECK, M.V.; LINDEN, V.V.; RAMON, H.; BAERDEMAEKER, J.; NICOLAI, B.M.; TIJSKENS, E. Impact damage of apples during transport and handling. **Postharvest Biology and Technology**, v.45, n.2, p. 157-167. 2007.

ZHU, Z.; LIU, R.; LI, B.; TIAN, S. Characterisation of genes encoding key enzymes involved in sugar metabolism of apple fruit in controlled atmosphere storage. **Food Chemistry**, v. 141, n. 4, p. 3323-3328, 2013.