

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BÁRBARA MOURA TICO

**CULTIVO ORGÂNICO DE MACIEIRAS EM REGIÃO SUTROPICAL ÚMIDA: da
implantação ao quarto ciclo**

PATO BRANCO

2023

BÁRBARA MOURA TICO

**CULTIVO ORGÂNICO DE MACIEIRAS EM REGIÃO SUTROPICAL ÚMIDA: da
implantação ao quarto ciclo**

**ORGANIC CULTIVATION OF APPLE TREES IN A HUMID SUBTROPICAL
REGION: from implantation to the fourth cycle**

Trabalho de conclusão de curso de Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Horticultura/Programa de Pós graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Idemir Citadin.

Coorientador(a): Clandio Medeiros da Silva.

PATO BRANCO

202



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



BARBARA MOURA TICO

CULTIVO ORGÂNICO DE MACIEIRAS EM REGIÃO SUBTROPICAL ÚMIDA: DA IMPLANTAÇÃO AO QUARTO CICLO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Area de concentração: Produção Vegetal.

Data de aprovação: 28 de Julho de 2023

Dr. Idemir Citadin, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Joel Donazzolo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Joice Mari Assmann, Doutorado - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Iapar-Emater)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 02/10/2023.

AGRADECIMENTOS

Aos meus preciosos pais, Mônica Batista Moura e Edson Coca Tico por me propiciarem sempre seguir meus sonhos e me apoiarem em mais essa jornada.

Aos meus irmãos, Wesley Batista Moura, Alice Moura Tico e Hugo Moura Tico, pela irmandade, cumplicidade e incentivo durante toda minha vida.

A toda minha família, pela atenção, apoio, sentimentos e ensinamentos que levo para toda a vida, em especial as minhas avós Francisca Coca Tico e Maria da Paz Moura.

Ao meu amado Everton Luiz Pagnoncelli, por toda ternura, sinto que essa conquista não teria sido possível sem você ao meu lado me apoiando nos momentos mais difíceis, sou grata por tê-lo em minha vida.

A minha querida amiga de residência Rafaela Izidoro Padilha, por dividir não só a casa, mas muitas risadas e momentos especiais.

Ao meu orientador Idemir Citadin, por sua paciência e dedicação em acompanhar o desenvolvimento do projeto, bem como a orientação na escrita dessa pesquisa.

Ao Rafael Pertille, a quem sempre recorri em momentos de dúvida e ajudou-me guiando meus passos.

Aos meus amigos e colegas da fruticultura – Laise, Jessica, Chaiane, Robson, pelos momentos divertidos no laboratório e em campo.

Agradeço ao IDR-Paraná por proporcionar o espaço onde foi desenvolvida a pesquisa de campo e especialmente a equipe de campo e estagiários que contribuíram com esse trabalhando comigo embaixo de sol e chuva para que os objetivos fossem alcançados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Agradecemos ao labsolos pelo auxílio na construção do conhecimento e nas análises efetuadas para esse trabalho.

RESUMO

A maçã é uma das frutas mais amplamente produzidas e economicamente importantes. Porém, sua produção orgânica ainda não é expressiva, principalmente no Brasil, onde condições climáticas de cultivo não são as mais adequadas e que impõe problemas tanto na superação da dormência quanto no controle de pragas e doenças-chaves da cultura, cujo manejo normalmente é feito com uso de agrotóxicos. O presente trabalho objetivou analisar, na forma de estudo de caso, o manejo orgânico desta cultivar nas condições em que o experimento foi conduzido, avaliar a qualidade pós-colheita de frutos armazenados e avaliar a eficiência de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alho na superação de dormência da cultivar Eva Rubi, que possui potencial produtivo em regiões de inverno ameno. O trabalho foi conduzido em áreas de pesquisa do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná e no laboratório de Horticultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco. Foram descritas as etapas de cultivo, desde a pré-implantação das mudas até as colheitas, aconselhando quanto a adubação, poda e expostos os procedimentos de controle de pragas e doenças. Foram avaliadas produtividade, qualidade de frutos, a progressão da fertilidade do solo no sistema orgânico, a fertilidade vegetal, o manejo fitossanitário, bem como a eficiência dos indutores de brotações (Peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alho, nas concentrações de 0%, 5%, 10%, 15% e 20%) nos municípios de Pato Branco, Palmas e Lapa, além da qualidade pós-colheita de frutos armazenados. Observou-se melhoras na fertilidade do solo no sistema orgânico, e o adequado manejo dos agentes biológicos de interferência. Contudo, ainda é necessário se estudar protocolos eficientes para evitar danos econômicos causados por *Marssonina coronaria*. O armazenamento a 1 °C das frutas foi possível por 30 dias sem perda de qualidade. Os métodos de superação de dormência não apresentaram efeito nem apresentaram toxicidade às plantas, destacando-se o hidrolato de pau d'alho como potencial uso, porém ainda há necessidade de novos testes. As cultivares 'Eva Rubi' e 'Julieta' demonstraram aptidão para produção orgânica na região sudoeste do Paraná.

Palavras-chave: *Malus domestica*; dormência; pós-colheita; maçã; cultivo agroecológico.

ABSTRACT

An apple is one of the most widely produced and economically important fruits. However, its organic production is not yet significant, especially in Brazil, where cultivation climatic conditions are not the most suitable and impose challenges in overcoming dormancy as well as controlling key pests and diseases of the crop, which are usually managed with the use of pesticides. The present study aimed to analyze, as a case study, the organic management of this cultivar under the conditions in which the experiment was conducted, evaluate the post-harvest quality of stored fruits, and assess the efficiency of different concentrations of hydrogen peroxide and garlic spray in overcoming the dormancy of the Eva Rubi cultivar, which has productive potential in regions with mild winters. The work was conducted in research areas of the Rural Development Institute of Paraná and in the Horticulture laboratory of the Federal Technological University of Paraná, Pato Branco campus. The cultivation steps were described, from pre-implantation of seedlings to harvest, advising on fertilization, pruning, and presenting procedures for pest and disease control. Productivity, fruit quality, soil fertility progression in the organic system, plant fertility, phytosanitary management, as well as the efficiency of bud inducers (hydrogen peroxide and garlic spray, at concentrations of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) were evaluated in the municipalities of Pato Branco, Palmas, and Lapa, in addition to the post-harvest quality of stored fruits. Improvements were observed in soil fertility in the organic system and the proper management of biological interference agents. However, it is still necessary to study efficient protocols to prevent economic damages caused by *Marssonina coronaria*. Storage at 1°C of the fruits was possible for 30 days without loss of quality. The dormancy overcoming methods showed no effect or toxicity to the plants, with garlic spray standing out as a potential use, but further testing is still necessary. The 'Eva Rubi' and 'Julieta' cultivars demonstrated aptitude for organic production in the southwestern region of Paraná.

Keywords: *Malus domestica*; dormancy; post-harvest; apple; agroecological cultivation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Produtos permitidos no cultivo agroecológico e sua utilização.....	24
Quadro 2 - Manejo de pré-implantação e implantação do pomar (maio de 2018 – junho de 2020) em Pato Branco.....	34
Quadro 3 - Manejo no segundo ciclo (julho de 2020 _ julho de 2021) em Pato Branco.....	37
Quadro 4 - Manejo do terceiro ciclo (agosto 2021 – julho 2022) em Pato Branco.....	42
Quadro 5 - Manejo do quarto ciclo (agosto 2022 – julho 2023) em Pato Branco.....	45
Quadro 6 - Valores médios de macronutrientes no tecido vegetal de macieiras (folhas) ‘Eva Rubi’ e ‘Julieta’. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	60
Figura 1 - Croqui do experimento de macieira, em que a letra J representa a cultivar Julieta e a letra E a cultivar Eva Rubi. UTFPR – Câmpus Pato Branco, 2023.	313
Figura 2 - Gráficos de Temperatura (°C), Precipitação (mm) e Umidade (%), de setembro de 2019 até janeiro de 2023. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	571
Figura 3 - Colheita de ‘Eva Rubi’ safra 2020 – 2021 (segundo ciclo).....	593
Figura 4 - Sólidos solúveis (°Brix) em maçã ‘Eva Rubi’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	69
Figura 5 - Acidez Titulável (meq L ácido málico) em maçã ‘Eva Rubi’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	66
Figura 6 - RATIO em maçã ‘Eva Rubi’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	672
Figura 7 - Firmeza de frutos sem casca em maçã ‘Eva Rubi’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	672
Figura 8 - Firmeza de frutos com casca em maçã ‘Eva Rubi’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	68
Figura 9 - Sólidos solúveis (°Brix) em maçã ‘Julieta’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	69
Figura 10 - Acidez titulável (meq L ácido málico) em maçã ‘Julieta’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	69
Figura 11 - RATIO em maçã ‘Julieta’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	705

Figura 12 - Firmeza de frutos sem casca em maçã ‘Julieta’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	70
Figura 13 - Firmeza de frutos com casca em maçã ‘Julieta’ armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	716
Figura 14 - Acúmulo de porções de frio (FISHMAN et al., 1987) em Pato Branco (A), Palmas (B) e Lapa (C), de abril à outubro de 2021. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	727
Figura 15 - Temperaturas máxima, média e mínima nos locais Pato Branco (A), Palmas (B) e Lapa (C), de janeiro a dezembro de 2021. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.....	738
Figura 16 - Avaliação polinomial de máxima eficiência de Peróxido de hidrogênio e Hidrolato de pau d’alho. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	794

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química da camada de 0-20 cm e 20-40 cm do solo dá área experimental no ano de 2018, antes da implantação do pomar. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	56
Tabela 2 - Caracterização química da camada de 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-50cm do solo dá área experimental no ano de 2020. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	526
Tabela 3 - Caracterização química da camada de 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-50cm do solo dá área experimental no ano de 2022. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	548
Tabela 4 - Firmeza de frutos (N) com e sem casca da cultivar Eva Rubi. UTFPR, Campus Pato Branco, 2023.	605
Tabela 5 - Peso médio de frutos (g) da cultivar ‘Eva Rubi’, diâmetro e comprimento (mm). UTFPR, Campus Pato Branco, 2023.	616
Tabela 6 - pH, sólidos solúveis (SS) em °Brix, Acidez titulável (AT) Meq. de ácido málico/100 mL e o Ratio (SS/AT). UTFPR, Campus Pato Branco, 2023.	627
Tabela 7 - Porcentagem de gemas brotadas da cv. Eva Rubi submetida a diferentes doses de peróxido de hidrogênio, hidrolato de pau d’alho, óleo mineral e Dormex®, na safra de 2021, nos municípios de Lapa, Palmas e Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	73
Tabela 8 - Frutificação efetiva (número de frutos por número de gemas mistas brotadas) da cv. Eva Rubi, submetida a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d’alho na safra de 2021, nos municípios de Palmas e Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	750
Tabela 9 - Produtividade kg ha ⁻¹ da cv. Eva Rubi submetida a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d’alho na safra de 2021, no município de Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	761
Tabela 10 - Peso médio de fruto (g) da cv. Eva Rubi submetida a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d’alho na safra de 2021, no município de Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT	Acidez Titulável
Cfa	Clima subtropical, com verão quente.
Cfb	Clima temperado, com verão ameno
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
EMATER	Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FCC	Firmeza de Frutos Com Casca
FSC	Firmeza de Frutos Sem Casca
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDR	Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
ME	Microrganismos Eficientes
PMF	Peso Médio de Frutos
PR	Unidade da Federação – Paraná
SAI	Saturação por Alumínio
SS	Sólidos solúveis
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Al ³⁺	Íon Alumínio ³⁺
C	Carbono Orgânico do Solo
Ca	Cálcio
cm	Centímetros
g	Gramma
H+Al	Acidez Potencial
ha	Hectare
K	Potássio
kg	Quilograma
M	Massa molar
Mg	Magnésio
mm	Milímetro
N	Newton
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
ton	Tonelada
V	Valor de Bases

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Cultivo orgânico	17
3.2	Aspectos gerais da cultura da macieira (<i>Malus domestica</i> Borkh)..	17
3.3	Condições de cultivo	18
3.4	Adubação orgânica	19
3.5	Pragas e doenças da macieira	20
3.6	Controle orgânico de pragas e doenças	21
3.7	Defensivos alternativos	22
3.8	Podas.....	25
3.9	Qualidade dos frutos.....	26
3.10	Refrigeração.....	26
3.11	Dormência	27
3.12	Indutores de brotação em macieiras	28
4	METODOLOGIA	29
4.1	Manejo de pré-implantação e implantação do pomar	31
4.2	Manejo no segundo ciclo da cultura.....	35
4.3	Manejo do terceiro ciclo (agosto 2021 – julho 2022)	39
4.4	Manejo do quarto ciclo	42
4.5	Avaliações de solo	45
4.5.1	Seleção das Áreas de Coleta	45
4.5.2	Preparação das Ferramentas	46
4.5.3	Divisão das Profundidades.....	46
4.5.4	Coleta das Amostras	46
4.5.5	Armazenamento e Identificação das Amostras	46
4.5.6	Transporte das Amostras	46
4.5.7	Análises Laboratoriais	46
4.5.8	Avaliação Química.....	47
4.6	Avaliação de tecido vegetal.....	47

4.7	Avaliação dos componentes de rendimento e qualidade das frutas	
	47	
4.8	Tratamentos para superação de dormência	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5.1	Fertilidade de solo e tecido vegetal	51
5.2	Manejo fitossanitário.....	56
5.3	Produtividade.....	58
5.4	Qualidade de fruto	60
5.5	Avaliações físicas e físico-químicas na pós-colheita de maçãs, ciclo	
	2020-2021	64
5.5.1	Eva	64
5.5.2	Julieta	68
5.6	Indutores de brotação.....	71
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A - MICRORGANISMOS EFICIENTES.....	101
	APÊNDICE B - PREPARADO DE URTIGÃO.....	104
	APÊNDICE C - TABELA ANOVA.....	106

1 INTRODUÇÃO

Em 2020 o mercado global de alimentos orgânicos chegou a 120 bilhões de euros. O Brasil conta com 1,5 milhões de hectares de terras agrícolas cultivadas organicamente, possuindo o maior mercado de orgânicos da América Latina. Em

parâmetros mundiais é o décimo primeiro maior produtor (WILLER; SCHLATTER; TRÁVNÍČEK, 2023).

O número de produtores orgânicos vem crescendo com produtores convencionais que estão migrando em busca de um manejo que não utilize produtos químicos potencialmente nocivos à saúde, além de aproveitar uma oportunidade de mercado que vem crescendo. No Brasil, 75% dos produtos orgânicos são provenientes da agricultura familiar (FUNDAÇÃO HEINRICH BOLL; FUNDAÇÃO ROSA LUXEMBURGO, 2018). Por sua vez, as vendas têm aumentado visto que o mercado consumidor associa os produtos orgânicos ao maior nível de segurança e confiabilidade, com menores impactos ambientais e sociais (IPEA, 2021).

As compras institucionais têm valorizado e impulsionado produtores orgânicos. O governo do Estado do Paraná instituiu a Lei 16.751/10 que prevê que até 2030 toda a alimentação escolar estadual de ensino fundamental e médio deve ser preferencialmente orgânica. O Paraná é o Estado com o maior número de propriedades certificadas para produção de orgânicos no País, correspondendo a 17,1%, mas isso ainda não é suficiente para que o estado forneça a merenda escolar inteiramente orgânica (LANDAU et al., 2020).

O cultivo de macieiras orgânicas em regiões subtropicais é dificultado pelo baixo fornecimento de frio, necessário para que a planta supere a dormência das gemas. A pesquisa científica tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento de protocolos ou metodologias de cultivo orgânico, fornecendo segurança aos produtores convencionais e novos produtores que desejam optar pelo cultivo agroecológico ou orgânico. Esses protocolos ou metodologias devem levar em consideração o ambiente em que são desenvolvidos, incluindo sua diversidade, condições edafoclimáticas, interações biológicas e ambientais das espécies envolvidas, bem como as especificidades de cada uma das espécies ou cultivares inseridas no sistema. Portanto, não devem ser considerados receitas infalíveis, mas sim experiências compartilhadas.

Este trabalho pode ser considerado um estudo de caso e se concentra nas práticas de manejo orgânico utilizadas no cultivo de macieiras em condições subtropicais úmidas, com invernos amenos, relatando os sucessos e insucessos dessas práticas, com o objetivo de contribuir para a construção de um protocolo seguro de produção orgânica da espécie. É importante ressaltar que a macieira (*Malus domestica*) é uma espécie de clima temperado que requer o frio para superar a

dormência e reiniciar um novo ciclo produtivo. Seu cultivo em regiões subtropicais úmidas só é possível devido ao uso de cultivares com baixa necessidade de frio (LANDAU; DA SILVA, 2020).

No entanto, quando não há frio suficiente para iniciar naturalmente o processo de brotação e floração, é necessário o uso de substâncias exógenas que garantam esse processo de forma uniforme e satisfatória. Na produção convencional, o protocolo é bem estabelecido, com o uso de cianamida hidrogenada (produto comercial Dormex®) (PAIM et al, 2019). No entanto, na produção orgânica, ainda falta um protocolo seguro, embora haja relatos científicos de sucesso com algumas substâncias orgânicas utilizadas para esse fim, tanto nesta espécie quanto em outras fruteiras de clima temperado (ALMEIDA, 2018; HOFFMANN et al., 2012).

Além disso, é necessário estabelecer metodologias de manejo de pragas e doenças que não dependam do uso de produtos convencionais (FEIDEN; BORSATO, 2016). As cultivares Eva e Julieta, desenvolvidas pelo Instituto Agronômico do Paraná, são adaptadas ao clima subtropical, com invernos amenos, devido à baixa necessidade de frio (HAUAGGE; TSUNETTA, 1999; HAUAGGE, 2007). Atualmente, essas cultivares têm sido cultivadas com sucesso em diversas regiões do Brasil, inclusive no Nordeste (STROKA et al., 2021).

No Paraná, as cultivares Eva e Julieta são normalmente comercializadas imediatamente após a colheita, sem passar por período de armazenamento em câmaras frias, devido ao seu ciclo de produção precoce. No entanto, no manejo orgânico, além do comércio local imediato, há também a necessidade de atender à demanda da merenda escolar por frutas orgânicas, especialmente no Paraná. Para isso, é necessário conservar os frutos em câmaras até o retorno das atividades escolares, garantindo que os frutos mantenham as condições mínimas de qualidade no momento do consumo.

Portanto, a pesquisa buscou o desenvolvimento de protocolos de manejo orgânico para macieiras com cultivares adaptadas ao clima subtropical úmido, utilizando produtos permitidos na agricultura orgânica, além de determinar qual a viabilidade de conservação dos frutos, como uma forma de suprir uma necessidade para técnicos e produtores interessados na produção orgânica dessas espécies, visando atender à demanda do mercado.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade e estabelecer um protocolo de cultivo orgânico de macieiras das variedades 'Eva Rubi' e 'Julieta' em região subtropical úmida

2.2 Objetivos específicos

Analisar eficiência técnica das etapas de pré e pós plantio de macieira 'Eva Rubi' e 'Julieta' cultivadas de forma orgânica, considerando adubação, poda, irrigação e manejo de pragas e doenças.

Avaliar o desempenho agrônômico e qualidade de frutos das macieiras de 'Eva Rubi' e 'Julieta' sob técnicas de manejo orgânico.

Identificar as respostas de brotação e frutificação de 'Eva Rubi' tratadas com diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau-d'alho.

Analisar as mudanças físico-químicas em frutos durante o armazenamento refrigerado em diferentes períodos, e p tempo de armazenamento em condições normais sem comprometer a qualidade de maçãs da variedade "EVA Rubi" cultivadas organicamente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cultivo orgânico

O cultivo orgânico, como sistema agrícola, é uma abordagem que se destaca por sua ênfase em práticas agrícolas sustentáveis, visando a produção de alimentos saudáveis, a conservação do meio ambiente e a promoção da biodiversidade. Este sistema é caracterizado pela exclusão de insumos sintéticos, como fertilizantes químicos e pesticidas, e pela preferência por soluções naturais e integradas para o manejo das culturas (BATISTA et al., 2019; THAKUR et al., 2022).

No cultivo orgânico, a fertilidade do solo é um pilar fundamental que sustenta o desenvolvimento saudável das plantas. A manutenção dessa fertilidade é alcançada por meio de abordagens que visam aprimorar a atividade biológica do solo e aumentar sua capacidade de reter nutrientes (DE SOUZA et al., 2022; SHIVAKUMAR et al., 2012). A fertilidade do solo é definida pela sua habilidade de fornecer os nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. No contexto do cultivo orgânico, a fertilidade do solo é alcançada por meio de práticas que promovem a ciclagem de nutrientes e a melhoria contínua da estrutura do solo (DE AZEREDO, 2021; PIMENTEL et al., 2011).

Na fruticultura orgânica, os princípios do cultivo orgânico são adaptados para as particularidades das culturas de frutas. Enquanto este sistema pode demandar mais tempo e atenção em comparação com os métodos convencionais, ele oferece benefícios notáveis (COELHO et al., 2019; KAI; ADHIKARI, 2021).

As frutas cultivadas organicamente são ausentes de resíduos químicos, o que contribui para uma alimentação mais saudável e menos exposta a agentes contaminantes. Contudo, a produção orgânica de frutas não está isenta de desafios (FONSECA et al., 2020; KA; KUBO, 2020). A gestão integrada de pragas e doenças, por exemplo, demanda um entendimento profundo das interações entre os organismos presentes no ecossistema agrícola. Além disso, a obtenção de rendimentos consistentes exige um manejo minucioso e um planejamento adequado (BARBOSA et al., 2020; KURIAN et al., 2023).

3.2 Aspectos gerais da cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh)

A Macieira (*Malus domestica* Borkh) tem como provável centro de origem a Ásia Central, onde possui maior diversidade genética (WANG et al., 2018). A cultura se difundiu através da rota da seda até a Grécia, onde já era cultivada antes do século

IX a.C., e mais tarde foi dispersada pelos Romanos em todo o Mediterrâneo e na Europa Central (GHARGHANIA et al., 2010). Chegou ao Brasil durante o período de colonização, e a intensificação de cultivo comercial ocorreu na década de 70, com leis e projetos que incentivavam o plantio de árvores frutíferas em regiões que foram desmatadas para exploração de madeira (PETRI et al., 2011)

Pertencente à família Rosaceae, é uma espécie arbórea, perene cujo o principal tipo de reprodução é através da alogamia, necessitando de polinização cruzada, por apresentarem mecanismo de autoincompatibilidade, e seu cultivo é feito em plantios consorciados (FRANCESCATTO, 2014; LOPES et al., 2019).

Uma das frutas mais amplamente produzidas e economicamente importantes nas regiões temperadas, sua produção no Brasil se concentra principalmente nos estados da região sul, onde as condições climáticas são mais favoráveis à sua produção (BUENO et al., 2021).

Para a produção comercial, as macieiras são propagadas de forma vegetativa, visando a manutenção das características agronômicas desejáveis. As mudas são produzidas com o uso de porta-enxertos ananizantes que reduzem o vigor das plantas, facilitando os tratos culturais e colheita, a condução de copa também é fator importante para se obter melhores produtividades (DENARDI; SPENGLER, 2001; GILLOTTO et al., 2019).

O clima tem grande importância no êxito do seu cultivo, são plantas adaptas às baixas temperaturas hibernais e necessitam de acúmulo de horas de frio para a produção, sendo algumas cultivares mais exigentes para que haja a superação da dormência. O frio tem influência em sua floração e conseqüentemente na frutificação e produção (LOPES et al., 2019; DE MARTIN et al., 2017; SIMÕES et al., 2006).

Dentre as cultivares que necessitam de menor acúmulo de frio para a superação da dormência está a 'Eva' (IAPAR-75), obtida através do cruzamento entre as cultivares Anna e Gala e 'Julieta' resultado do cruzamento entre 'Anna' e 'Mollie's Delicious', no ano de 1979 (EILERT et al., 2017). A cultivar Eva se destaca por possuir boa produtividade, resistência a sarna além de boa aceitação pelo mercado quanto ao tamanho, cor e sabor (MAUTA et al., 2015; STROKA et al., 2021).

3.3 Condições de cultivo

No Brasil a macieira é conduzida principalmente em sistema de líder central. Esse sistema consiste na formação de um eixo central sobre o qual saem todos os

demais ramos, permitindo dar uma forma piramidal a planta, outros métodos de condução também são utilizados, como “palmeta”, “multi-líder”, “Bibaum” e “muro frutal”, que apresenta bons resultados em novos pomares (BORTOLUZ, 2019; HAWERROTH et al, 2022; LIMA; RUFATO; RUFATO, 2012).

As principais cultivares plantadas no Brasil são ‘Gala’ e ‘Fuji’, que representam em torno de 90% da área plantada. Outras cultivares plantadas são a ‘Anna’, ‘Catarina’, ‘Condessa’, ‘Eva’, ‘Granny Smith’ e ‘Golden Delicious’ (IBGE, 2021). O programa de melhoramento da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) lançou cultivares novas, mais produtivas, com resistência à sarna e mancha foliar (*Glomerella* sp) e mais adaptadas às zonas tradicionais de cultivo, tais como: ‘Monalisa’, ‘Luisa’, ‘Daiane’ e ‘Elenise’ (KVITSCHAL et al., 2015).

A cultura tem alto consumo hídrico, podendo chegar a 4,8 mm.dia⁻¹, assim se desenvolve bem em região de boa distribuição pluviométrica ou sob irrigação (NAVA; NACHTIGALL, 2017). Seu plantio deve ser feito em solos profundos e de boa capacidade de retenção de umidade, além de alto teor de matéria orgânica (NEILSEN et al., 2014).

3.4 Adubação orgânica

Para pleno desenvolvimento a cultura necessita de adubação que forneça macro e micronutrientes durante todo o seu ciclo. Na agricultura orgânica a adubação verde é difundida como um método eficiente de incorporar matéria orgânica que vai ciclar nutrientes para atender as necessidades das plantas, aumentando a capacidade de retenção de água do solo, além de aumentar a porosidade desse com as galerias formadas pelo sistema radicular das plantas utilizada (ANDRADE et al., 2021). Serve também como cobertura do solo que evita seu aquecimento e evaporação excessiva, controla a erosão, mantém um equilíbrio biológico e no caso das leguminosas inoculadas, podem ser um grande aporte de nitrogênio no sistema (FORMENTINI; LÓSS; BAYERL, 2008; DE SOUSA et al., 2018).

A adubação verde consiste em incorporar ao solo material vegetal não decomposto, que pode ser produzido no local ou não (subprodutos da indústria do álcool e açúcar e restos vegetais das culturas), produzido em rotação, sucessão ou consorciação com outras culturas comerciais (RAGOZO; LEONEL; TECCHIO, 2014). Essa técnica é muito antiga e proporciona alterações benéficas nas características

físicas, biológicas e químicas do solo, que favorecem a cultura principal. Além disso traz vantagens no controle de plantas daninhas ao promover o *mulching* e poder efeito alelopático, até mesmo repelindo pragas e fitopatógenos (MATHEIS; AZEVEDO; FILHO, 2006).

Além disso a adubação pode ser feita com esterco animais compostados da própria propriedade, de forma a agregar valor a esses dejetos. Essa forma de adubação apresenta várias vantagens, pois além de serem ricos em nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio contribuem para a melhoria da estrutura do solo, aumento da sua capacidade de retenção de água e estimulação da atividade microbiana (HATA et al., 2021; OBREGÃO; DA SILVEIRA; BOEMO, 2022).

Eles podem ser provenientes de animais como bovinos, suínos, aves e ovinos, e cada tipo de esterco possui composição química e teor de nutrientes específicos. Um dos benefícios da adubação orgânica com esterco animais é a sua ação gradual e de longa duração no solo, liberando os nutrientes de forma lenta e constante, o que reduz o risco de lixiviação e perdas para o ambiente. Além disso, esses materiais orgânicos contribuem para o aumento da matéria orgânica do solo, melhorando sua fertilidade a longo prazo (DE ASSIS CARNEIRO; VIEIRA, 2020; FIGUEREDO et al., 2012).

3.5 Pragas e doenças da macieira

As pragas que mais acometem a macieira são, *Grapholita molesta*, também conhecida como mariposa-oriental, o Pulgão-lanífero-das-macieiras (*Eriosoma lanigerum*), a mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*), e o ácaro-vermelho da macieira (*Panonychus ulmi*), que sem controle podem gerar a perda de toda a produção (ARIOLI; BOUON, 2016; MONTEIRO; SOUZA; PASTORI, 2006; VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2008).

Dentre as principais doenças da cultura estão a mancha foliar da marssonina (*Marssonina coronaria*), a sarna-da-macieira (*Venturia inaequalis*), Mancha foliar (*Colletotrichum gloeosporioides*), a Podridão Olho de Boi (*Cryptosporiopsis perennans*), a podridão-branca (*Botryospheria dothidea*) e o Cranco europeu (*Neonectria ditissima*) (VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2008; WÖHNER; EMERIEWEN, 2019).

3.6 Controle orgânico de pragas e doenças

Para o controle de doenças e pragas no cultivo orgânico é imprescindível realizar-se o manejo integrado, aliando técnicas que visem erradicar ou ao menos suprimir ao limiar de dano econômico os insetos e fitopatogenos (DE ALMEIDA; MEURER; MANFRINI, 2021), além do constante monitoramento.

Para o monitoramento de Grafolita é necessária a instalação de armadilhas do modelo Ajar, contendo atrativo específico para captura de fêmeas para auxiliar no acompanhamento da população caso seja necessária alguma intervenção emergencial (KOVALESKI, 2020; ARAUJO et al., 2022). As armadilhas são colocadas no pomar em torno de 30 dias após a brotação, pois os dias longos e quentes durante o período vegetativo induzem o aparecimento de adultos no pomar. Também é recomendado o monitoramento de danos em frutos.

No controle de Mosca das frutas é recomendado a instalação das armadilhas para monitoramento, sendo também necessário observar danos nos frutos. O monitoramento de adultos deve ser realizado com armadilhas do tipo McPhail, com atrativos alimentares, as quais devem ser mantidas nos pomares desde a floração até a colheita dos frutos, no centro e borda do pomar e em áreas próximas da mata nativa. As armadilhas devem ser instaladas no terço médio superior das plantas, no interior da copa das árvores (DOS SANTOS, 2022; RAGA; SOUZA-FILHO, 2021).

Em relação ao Pulgão Lanígero (*Eriosoma lanigerum*), o período de brotação da macieira, na primavera, é o principal momento em que inicia a migração de ninfas formadoras de colônias das raízes para a parte aérea, porém nas condições do experimento, observou-se essa migração também durante o inverno, principalmente quando ocorre elevação de temperatura. O controle das ninfas é fundamental para o sucesso do manejo da praga ao longo da safra. Uma vez que esse controle não for bem realizado, o crescimento das colônias nas brotações com consequente formação de lanugem irá proteger os indivíduos da aplicação de inseticidas e de inimigos naturais (ARAUJO et al, 2021). O uso de óleo vegetal no inverno e no início da brotação pode conter o crescimento inicial do inseto, podendo ser utilizado para seu controle. Além disso, a implementação de plantas atrativas para os inimigos naturais, como as flores do gênero *Asteraceae*, tem demonstrado impactos positivos na redução do pulgão lanígero. No caso de infestação, pode-se fazer a retirada manual do pulgão, com auxílio de detergente e óleo de neem e uma esponja. O controle do

pulgão ainda pode ser feito através do uso de porta-enxertos resistentes (PEÑALVER-CRUZ; ALVAREZ; LAVANDERO, 2020).

O controle do ácaro-vermelho da macieira é feito através de inimigo natural, com a inserção no ambiente do ácaro predador *Neoseiulus californicus*, deve-se realizar manejo com plantas hospedeiras do ácaro predador, visando aumentar sua população e controlar a praga (EINI; JAFARI; FATHIPOUR, 2023; MONTEIRO; SOUZA; PASTORI, 2006).

A marssonina, causada por *Marssonina coronaria*, é uma doença comumente encontrada em macieiras, podendo causar danos significativos às folhas e comprometer a produção (WATPADE et al., 2021). O controle orgânico da marssonina busca o não uso de produtos químicos sintéticos e adotar práticas sustentáveis que promovam o equilíbrio do agroecossistema. Dentre as estratégias utilizadas, destacam-se a adoção de variedades resistentes ou tolerantes à doença, a adubação orgânica equilibrada, o manejo adequado da poda e a utilização de agentes biológicos de controle, como a aplicação de extratos de plantas com propriedades antifúngicas e a utilização de fungos antagonistas. Além disso, é fundamental o monitoramento constante da presença da doença e a pronta remoção de folhas infectadas para evitar a disseminação (VALDEBENITO; MEYER; BARTNICKI, 2014; WÖHNER; EMERIEWEN, 2019). A utilização de fungicidas cúpricos ajuda na prevenção da doença.

3.7 Defensivos alternativos

As caldas são formulações líquidas que têm sido amplamente utilizadas na agricultura como alternativa aos agrotóxicos convencionais. Elas consistem em misturas de ingredientes naturais, como plantas, extratos vegetais, óleos essenciais e outros compostos orgânicos e minerais, que possuem propriedades inseticidas, fungicidas ou bactericidas (MACHADO et al., 2019; MARVULLI; DA COSTA; GARCIA, 2019). Os bioinsumos são produtos derivados de organismos vivos, como plantas, animais, microrganismos e substâncias biodegradáveis, também empregados no controle de pragas e doenças (SOUZA; CASTILHO; MACEDO, 2022). No quadro 1, são apresentadas algumas caldas e bioinsumos usados na produção agroecológica, sua finalidade e momento de utilização.

Quadro 1 - Produtos permitidos no cultivo agroecológico e sua utilização

Produto	Para que serve?	Momento de utilização	Referencias
Baculovirus	Lagartas	Quando há predisposição de surgimento das lagartas ou quando elas estiverem presentes nas plantas monitoradas, mas ainda em baixa ocorrência	BERTI FILHO; MACEDO, 2011
Beauveria	Lagartas, percevejos, cochonilhas, pulgões	No surgimento das pragas	SOUSA, 2020
Calda-bordalesa	Míldio, oídio, podridão amarga, Marssonina	No período de dormência ou antes da floração, em concentrações mais elevadas, ou durante o crescimento vegetativo, em concentrações menores, como preventivo de doenças chaves	HORST, 2013
Calda de fumo	Pulgões, cochonilhas, ácaros, oídio, míldio	Antes do surgimento das pragas e doenças	SOUSA et al., 2018

Calda-sulfocálcica	Pulgões, cochonilhas, oídio, míldio	No período de dormência ou antes da floração, em concentrações mais elevadas, ou durante o crescimento vegetativo, em concentrações menores, como preventivo de doenças chaves	NASCIMENTO et al., 2014
Calda Viçosa	Fortalecimento das plantas	Durante todo o ciclo vegetativo	FERREIRA, 2013
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Lagartas	Quando há predisposição de surgimento das lagartas ou quando elas estiverem presentes nas plantas monitoradas, mas ainda em baixa ocorrência	DEQUECH et al., 2007
Extrato de alho	Pulgões, cochonilhas, ácaros, oídio, míldio	Antes do surgimento das pragas e doenças	PIROVANI et al., 2021
Microorganismos eficientes	Diversas doenças fúngicas e bacterianas	Durante todo o ciclo de cultivo	DOS SANTOS; VARAVALLO, 2011

Óleo de neem	Pulgões, cochonilhas, ácaros, oídio, míldio	No estágio inicial de infestações	NASCIMENTO et al., 2014
Bacillus subtilis QST713	Míldio, oídio	Iniciar as aplicações preventivamente	GONÇALVES et al., 2022
Supermagro	Biofertilizante foliar	Logo após a floração da macieira e após a colheita. Deve-se evitar a aplicação próximo da colheita dos frutos	LANGE JUNIOR et al., 2020
Trichoderma spp.	Controle biológico de doenças fúngicas e nematóides	Durante todo o ciclo de cultivo	VALDEBENITO SANHUEZA; BARTNICK, 2019

Fonte: Autoria própria (2023)

3.8 Podas

A macieira precisa de diversas podas durante os anos de produção. A poda de formação é utilizada para se obter a copa desejada, moldando a planta, deixando-a simétrica e arejada, buscando facilitar os tratamentos culturais, como o raleio, tratamento fitossanitário e a colheita, tal como melhorar a qualidade dos frutos, trazendo maior iluminação aos ramos, influenciando na coloração e sabor. Além disso, durante a poda de formação devem ser eliminados ramos ladrões, doentes e mal posicionados, que surgirem na planta em formação (ANTUNES et al., 2021; HE; SCHUPP, 2018).

A poda de inverno ou de frutificação visa manter o equilíbrio entre parte reprodutiva da planta e vegetativa, para assim garantir regularidade na produção visando boa quantidade e qualidade de frutos ao longo dos anos (RUFATO, 2022).

A poda de verão ou poda verde é realizada durante a fase vegetativa e tem como objetivo eliminar brotações e ramos ladrões que aparecem ao redor do tronco, já que esses são improdutivos (ZANELLA PINTO et al., 2022).

3.9 Qualidade dos frutos

Vários são os fatores que podem influenciar na maturação da maçã, a temperatura, precipitação e radiação solar estão entre os fatores que mais influenciam durante este período. A maturação é um dos principais fatores que afetam a qualidade das maçãs tanto na colheita quanto no armazenamento. A mudança de cor da casca, a firmeza da polpa, os níveis de amido, os açúcares solúveis e a produção de etileno são atributos comumente utilizados para determinar o estágio de maturação e o momento ideal para a colheita das maçãs (MAGRIN et al., 2017; MAGRO, 2017).

No sul do Brasil, a colheita de maçãs ocorre durante o verão e uma grande parte da produção é armazenada para disponibilização aos consumidores ao longo do ano. Portanto, é fundamental realizar a colheita no momento adequado para que as frutas mantenham sua qualidade e reduzam as perdas durante e após o armazenamento. As frutas colhidas ainda imaturas podem apresentar características indesejáveis, como tamanho menor, coloração, sabor e aroma insatisfatórios. Por outro lado, as maçãs colhidas em estágios mais avançados de maturação também podem apresentar alterações organolépticas além de estar mais propensa a danos mecânicos e podridões (ABBOTT, 1999; MAGRIN et al., 2017)

3.10 Refrigeração

Após a colheita os frutos continuam a realizar processos metabólicos básicos, como respiração e síntese de compostos, a maçã é um fruto climatérico e continua seu processo de amadurecimento mesmo após a colheita. Visando prolongar a vida e a durabilidade pós colheita diversas técnicas são utilizadas, como a refrigeração, que é uma técnica utilizada para retardar o amadurecimento e prolongar a vida útil (BHAT et al., 2022; FREITAS, 2016; RICI et al., 2020).

No caso específico das maçãs, elas são conhecidas por sua capacidade de serem armazenadas por longos períodos de tempo. Isso se deve a várias características que as tornam frutos excelentes para conservação. As maçãs possuem uma casca resistente que reduz a perda de água, e suas células são ricas em

açúcares, o que ajuda a manter a integridade das células e a evitar a formação de cristais de gelo durante o armazenamento refrigerado (ANESE; FRONZA, 2015; SANTOS, 2020).

Além disso, as maçãs contêm uma quantidade significativa de ácido málico, que é um ácido orgânico natural. Esse ácido contribui para a acidez do fruto e cria um ambiente desfavorável para o crescimento de muitos microrganismos, como bactérias e fungos. Assim, a acidez das maçãs ajuda a prolongar sua vida útil (LI et al., 2022; GAO et al, 2022).

Ao refrigerar as maçãs, a baixa temperatura desacelera muitos processos metabólicos e inibe o crescimento microbiano, retardando a deterioração. O ambiente frio reduz a atividade enzimática, diminui a taxa de respiração das células e evita a proliferação de microrganismos, ajudando a preservar a qualidade e frescor das maçãs por um período mais longo (FANTE et al., 2013; PRANGE; WRIGHT, 2023).

A temperatura baixa apenas retarda o processo, mas não o impede indefinidamente. Fatores como o tempo de armazenamento, a maturidade inicial da fruta e as condições de armazenamento ainda desempenham um papel importante na vida útil das maçãs refrigeradas. Ainda deve-se evitar temperaturas que possam causar distúrbios fisiológicos pelo frio (*chilling*) e temperaturas de congelamento (SOARES, 2013).

3.11 Dormência

Sabe-se que a dormência em espécies de clima temperado é um mecanismo protetivo adquirido como um processo de desenvolvimento progressivo que tem início durante o outono, aumentando sua intensidade até alcançar a chamada dormência profunda ou endodormência, conferindo a capacidade de sobrevivência as plantas em condições adversas ao desenvolvimento, como estresse hídrico, fotoperíodo e temperaturas inadequadas ao desenvolvimento vegetal (HAWERROTH et al., 2010; LANG et al., 1987).

A dormência pode ser dividida em três tipos, a paradormência, onde a ausência de desenvolvimento da gema é resultante da influência de outro órgão da planta, a exemplo disso à dominância apical. A endodormência, em que a inibição da brotação e da floração é resultante de uma série de eventos bioquímicos e fisiológicos, desencadeada pela percepção de um estímulo ambiental, sendo normalmente causada por baixas temperaturas e alterações no fotoperíodo. E a ecodormência na

qual a brotação e floração passa a depender das condições ambientais favoráveis como temperatura e disponibilidade hídrica ((LANG et al., 1987; PUTTI; PETRI; MENDEZ, 2003; ANZANELLO; CHRISTO; SARTORI, 2020; PERTILLE et al., 2021).

A superação do período de dormência é uma limitação para produção de macieiras em regiões a qual a quantidade de frio hibernal não é suficiente. A limitação no fornecimento de horas de frio causa na planta incompleta superação da dormência, fator que gera atraso na brotação de gemas, baixo índice de brotação e desuniformidade na floração de plantas, gerando irregularidade na arquitetura da planta e na produção (ANZANELLO; CHRISTO; SARTORI, 2020; CARDOSO et al., 2015; FENILI et al., 2016; PERTILLE et al., 2021).

Nas macieiras a suspensão do crescimento e a indução da dormência estão relacionadas as baixas temperaturas, não sendo influenciadas pelo fotoperíodo como em grande parte das fruteiras de clima temperado. Estando as plantas em dormência, a ação contínua de baixas temperaturas por determinado período permite a superação da dormência, sendo a quantidade de frio necessária para que isso ocorra variável entre espécies, cultivares e até mesmo gemas de um mesmo ramo. Assim são necessárias estratégias que viabilizem o cultivo, com produtividade satisfatória, de macieiras em regiões de inverno ameno (ANZANELLO et al., 2014; HAWERROTH et al., 2010; MARAFON; HERTER; HAWERROTH, 2011; PERTILLE et al., 2021).

3.12 Indutores de brotação em macieiras

Os indutores são produtos utilizados para estimular a brotação das gemas de espécies de frutíferas de clima temperado, podendo ser utilizados para escalonamento homogêneo da produção, bem como reduzir o requerimento de frio para a superação da dormência de plantas que não tem seu requerimento de horas de frio atendido, garantindo boa produtividade em regiões subtropicais. Dentre as substâncias que apresentam indução da brotação estão o ácido giberélico, a cianamida hidrogenada, calciocianamida, nitrato de cálcio, óleo mineral, pentaclorofenolato de sódio e thidiazuron (HAWERROTH et al., 2009; PETRI; PALLADINI; POLA, 2006).

Os principais produtos utilizados na superação de dormência em macieiras são a cianamida hidrogenada, comercializada como Dormex[®], e o óleo vegetal. A cianamida hidrogenada tem efeito localizado nas gemas e atua inibindo ação da enzima antioxidante catalase, que é responsável por degradar o peróxido de

hidrogênio, causando o aumento de espécies reativas de oxigênio nos meristemas, sendo esse estresse causado suplementar a necessidade de horas de frio das plantas resultando na superação da dormência (KURODA; SUGUIURA; ITO, 2002; OR et al., 2002; PETRI; SEZERINO; FENILI, 2021). Todavia, devida à alta toxicidade, apresentando riscos tanto para o aplicador como para o meio ambiente essa substância não é aceita para o cultivo orgânico (BOTELHO; MÜLLER, 2007).

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2), está presente no tecido das plantas e induz de brotação das gemas (KURODA; SUGUIURA; ITO, 2002). É um produto de baixo custo de investimento, facilmente estocado e transportado, estável em temperatura ambiente quando devidamente armazenado e quando sofre decomposição libera oxigênio molecular e calor. A aplicação exógena do peróxido é aceita pela agricultura orgânica até 20%, sendo um produto com potencial para se utilizar como indutor em sistemas orgânicos de produção de maçã (CARVALH et al., 2011; MEINERZ et al., 2015).

O Pau d'alho (*Gallesia integrifolia*) é uma planta perene de porte arbóreo nativa do Brasil, pertencente à família Phytolaccaceae e que é encontrada do nordeste ao sul do país. O hidrolato de Pau d'alho é feito a partir as folhas dessa espécie e possui mais de quinze compostos sulfurados em sua composição (BARROS; SILVA; AGUIARI, 2005; MAIA et al., 2013; RAIMUNDO et al., 2017).

Os compostos sulfurados apresentam eficiência na quebra de dormência ao promover a redução na atividade enzimática de catalase e peroxidase, indicando que o mecanismo de ação dos compostos de enxofre sobre brotação é semelhante ao causado por baixas temperaturas ou pela aplicação de cianamida hidrogenada (MAIA et al., 2013; MACEDO et al., 2019).

4 METODOLOGIA

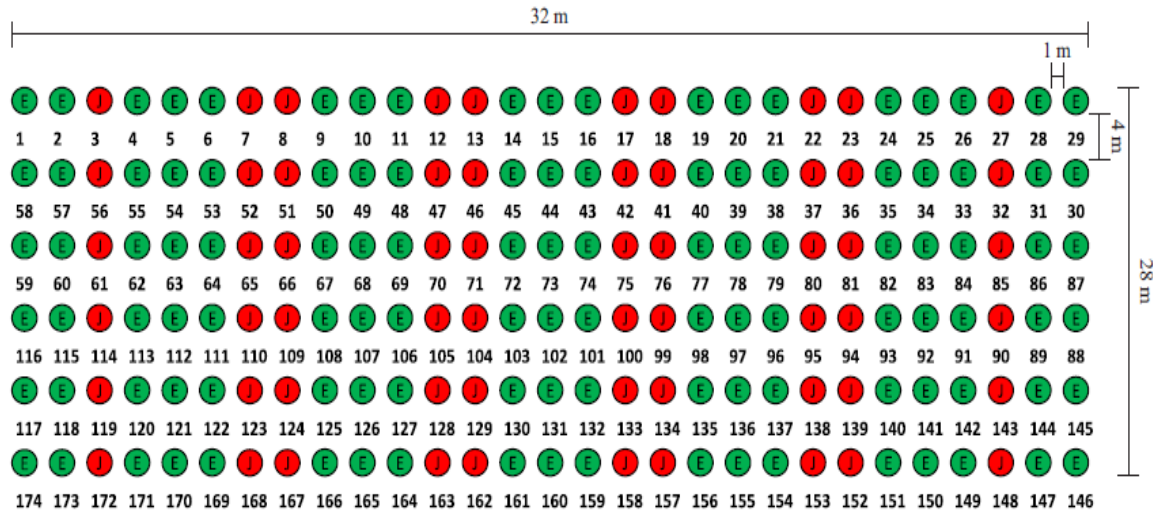
Ao longo deste estudo, foram realizados procedimentos de manejo e uso de produtos de acordo com as demandas do contexto. O processo de investigação não apenas respondeu às necessidades existentes, mas também envolveu a montagem

de experimentos criteriosos, destinados a abordar e solucionar os desafios identificados ao longo do percurso. Essa abordagem experimental permitiu a formulação de estratégias práticas e inovadoras para otimizar o cultivo e a produção dessas árvores frutíferas.

O experimento de cultivo de macieiras, cultivares IPR Eva Rubi e IPR Julieta, em sistema orgânico de produção, está sendo conduzido no Polo de Pesquisa e Inovação do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR – EMATER (IDR-Paraná), no município de Pato Branco – PR. A área experimental está localizada na região fisiográfica do Terceiro Planalto Paranaense, entre as coordenadas de 25°07 S de latitude e 52°41 W de longitude, com altitude média de 700 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa em transição para Cfb (IAPAR, 2019). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, de relevo ondulado e textura argilosa, cujo teor de argila na camada de 0 a 20 cm é de 620 g kg⁻¹ (ou 62%).

As plantas estão dispostas em sistema de condução tipo muro frutal, com espaçamento de 4 metros entre linhas e 1 metro entre plantas na linha, com oito fios de arame distanciados de 30 cm cada, que auxiliam na condução dos ramos laterais. O Pomar experimental está constituído de 174 plantas, 114 plantas de ‘Eva Rubi’ e 60 de ‘Julieta’, divididas em seis linhas (Figura 1). Plantas de ‘Julieta’ foram predispostas entre ‘Evas’ (três plantas de Eva e duas de Julieta) para permitir a polinização cruzada entre as cultivares, que são alógamas, e a formação de parcelas tendo a ‘Eva Rubi’ como cultivar referência e ‘Julieta’ como bordadura. Ambas as cultivares estão enxertadas sobre o porta-enxerto Maruba-Kaido com 20 cm de interenxerto de M-9.

Figura 1 - Croqui do experimento de macieira, em que a letra J representa a cultivar Julieta e a letra E a cultivar Eva Rubi. UTFPR – Câmpus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria.

4.1 Manejo de pré-implantação e implantação do pomar

O experimento está inserido dentro de área agroecológica certificada pelo Tecpar e seguiu rigorosamente o contido na Instrução Normativa MAPA nº 46 de 06/10/2011, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, na forma desta Instrução Normativa e de seus Anexos I a VIII.

O manejo visou o equilíbrio do micro e macrofaunas do solo e a colonização do sistema com microrganismos benéficos, que teoriza a ocupação do nicho, buscando a manutenção de populações de insetos pragas e do potencial de inóculo das doenças em patamares viáveis de cultivo.

As práticas de manejo exploradas no cultivo foram a diversificação e consorciação com mix de adubos verdes e plantas espontâneas, rotação de culturas nas entre linhas, manejo da matéria orgânica do solo, nutrição mineral equilibrada priorizando adubação orgânica, barreiras vegetais, uso de extratos vegetais na redução de pragas e doenças, uso de sementes e mudas saudáveis, e o uso de cultivares mais adaptadas ao ambiente.

Antes da instalação do experimento, no final do verão de 2018, foi feita a limpeza e preparo do terreno, que anteriormente era um pomar de citrus.

Quadro 2 - Manejo de pré-implantação e implantação do pomar (Maio de 2018 – junho de 2020) em Pato Branco.

Data	Manejo realizado	Justificativa
Maio de 2018	Revolvimento do solo;	Preparação inicial do solo para futuras atividades de plantio, visando aeração e melhor estrutura para o desenvolvimento das culturas.
	Semeadura de plantas de cobertura de inverno: Nabo Forrageiro IPR 116 (10 kg/ha) + Ervilha forrageira IAPAR 83 (10 kg/ha) + Aveia IPR Esmeralda (50 kg/ha) +Ervilhaca Peluda (10 kg/ha).	Introdução de plantas de cobertura no solo durante o período de inverno para proteção do solo contra erosão, melhoria da matéria orgânica e disponibilização de nutrientes por meio de decomposição das plantas.
Agosto de 2018	Uso de rolo-faca para amassamento das plantas de cobertura.	Amassamento das plantas de cobertura para promover a incorporação de resíduos orgânicos ao solo, melhorando a cobertura, aumentando a matéria orgânica e reduzindo o crescimento de plantas espontâneas.
Novembro de 2018	Plantio de Mucuna cinza (20kg em 0,5 ha).	Introdução da Mucuna cinza para fixação biológica de nitrogênio no solo, enriquecendo-o com esse nutriente essencial e promovendo a melhoria da estrutura do solo.
Agosto de 2019	Coleta de solo.	Avaliação do estado nutricional e físico-químico do solo para tomar decisões informadas sobre a adubação e correção de nutrientes.
Setembro de 2019	Preparo dos berços de Maçãs - foi utilizado trado de 30 cm de diâmetro;	Preparação adequada dos berços para o plantio das mudas de macieira, garantindo um ambiente propício ao seu desenvolvimento inicial.
	Adubado com 3 kg de composto de esterco de caprino + cama de caprinos (por berço);	Fornecimento de nutrientes orgânicos que auxiliam no crescimento saudável das mudas e melhoram a estrutura do solo.
	Plantio das mudas;	Introdução das mudas de macieira nos berços preparados, dando início ao cultivo.
	Plantio nas entrelinhas de trigo mourisco IPR 92 (90 kg/ha).	Cultivo de plantas de cobertura nas entrelinhas para proteção do solo, fixação de nitrogênio e melhoria da estrutura.
Outubro de 2019	Isca para Formigas: 4 pacotes	Controle de formigas que podem prejudicar o desenvolvimento das mudas.

Novembro de 2019	Retirado de brotações dos porta-enxertos.	Eliminação de brotos indesejados que podem competir por nutrientes e afetar o crescimento da macieira.
Dezembro de 2019	Aplicação de Calda bordalesa (calda preparada com 1g de Bordasul para cada litro de água) – 1 máquina de 20L.	Tratamento preventivo contra doenças fúngicas por meio da aplicação de calda bordalesa.
	Turotamento de novos ramos;	Direcionamento do crescimento dos ramos.
	Poda de ramos inferiores;	Remoção de ramos inferiores que não contribuem para a formação da copa da macieira e podem comprometer a circulação de ar e luz.
	Retirada de brotos nos porta-enxertos;	Eliminação de brotos indesejados nos porta-enxertos .
	Plantio de trigo mourisco IPR 92 (90 kg/ha) nas entrelinhas	Continuação do cultivo de plantas de cobertura para proteção do solo e melhorias na estrutura.
	Aplicação de calda sulfocálcica (dosagem de 3g de Sulfocal para cada litro de água) – 1 máquina de 20L.	Prevenção de pragas e doenças.
Janeiro de 2020	Utilização de triturador de palha tratorizado para manejo de plantas nos corredores;	Manejo de plantas nos corredores entre as fileiras de cultivo. Com finalidade de incorporar esse material vegetal ao solo.
	Aplicação de calda sulfocálcica (dosagem de 3 g de Sulfocal para cada litro de água) – 1 máquina de 20L;	Prevenção de pragas e doenças.
	Foi colocado feno na linha (mulching);	Uso de mulching para conservação da umidade do solo, redução de plantas espontâneas e melhoria do ambiente para o desenvolvimento das macieiras.
	Aplicação de calda bordalesa (dosagem de 1g de Bordasul para cada litro de água) – 1 máquina (20L);	Tratamento preventivo contra doenças fúngicas por meio da aplicação de calda bordalesa.
	Roçagem das entrelinhas;	Controle de plantas espontâneas nas entrelinhas.
	Aplicação de Microorganismos eficientes (extraídos de arroz), 200 ml em 20 litros de água – 1 máquina (20L);	Introdução de microorganismos benéficos para melhorar a saúde do solo e das plantas.
Fevereiro de 2020	Capina das entrelinhas;	Manutenção do controle de plantas espontâneas.

	Retirada de brotações dos porta-enxertos;	Eliminação de brotos indesejados nos porta-enxertos para direcionar o crescimento.
	Aplicação de macerado de urtigão – máquina com 15 litros;	Controle de míldio
	Aplicação de calda sulfocálica (dosagem de 3 g de Sulfocal para cada litro de água) – 1 máquina de 20L.	Prevenção de pragas e doenças.
Março de 2020	Aplicação de supermagro (500 ml de supermagro em 19,5 L de água) – 1 maquinada (20L);	Fornecimento de nutrientes adicionais para o desenvolvimento das plantas.
	Tutoramento de ramo;	Direcionamento do crescimento dos ramos para uma estrutura adequada.
	Retirada das brotações do porta-enxerto;	Eliminação de brotos indesejados nos porta-enxertos.
	Aplicação de pasta bordasul no caule (+- 30 cm);	Proteção do caule contra doenças e insetos.
	Aplicação de iscas para formigas (4 pacotes - 300g);	Continuação do controle de formigas.
	Uso de cabelo ao redor do experimento para afastar lebres;	Estratégia de afastar roedores que podem prejudicar as plantas.
	Aplicação de Microrganismos Eficientes (1 litro para 19 litros de água) em todas as plantas.	Reforço na introdução de microorganismos benéficos para melhorar a saúde do solo e das plantas.
Abril de 2020	Capina de plantas espontâneas.	Controle de plantas indesejadas.
Maio de 2020	Capina de plantas espontâneas;	Continuação do controle de plantas indesejadas.
	Plantio a lanço de plantas de cobertura: Aveia IPR Esmeralda (30 kg/ha) + Nabo Forrageiro IPR 116 (3 kg/ha) + Ervilhaca Peluda (5 kg/ha).	Introdução de novas plantas de cobertura para proteção do solo e melhoria da matéria orgânica.
	Aplicação de calda sulfocálica (dosagem de 3 g de Sulfocal para cada litro de água) – 1 máquina de 20L.	Prevenção de pragas e doenças.
Junho de 2020	Coroamento ao redor de todas as plantas;	Manutenção da área ao redor das plantas para controle de plantas espontâneas.
	Aplicação de Sulfato de cobre a 2% (400 g em 20 litros de água, ou seja, 20 g por litro) – 1 maquinada (20L).	Tratamento preventivo contra doenças fúngicas por meio da aplicação de sulfato de cobre.

A descrição de como preparar os ME e O macerado de urtigão são encontrados no apêndice desse trabalho.

4.2 Manejo no segundo ciclo da cultura

Quadro 3 - Manejo no segundo ciclo (julho de 2020 a julho de 2021) em Pato Branco.

Data	Manejo realizado	Justificativa
Junho de 2020	Manejo das plantas de cobertura com rolo faca;	Preparação do solo para o novo ciclo de crescimento. O rolo faca incorpora resíduos vegetais, promovendo a decomposição e melhorando a estrutura do solo.
	Poda;	Remoção de ramos ladrões.
	Retirada das folhas;	Desfolha de inverno.
	Roçado nas linhas das plantas;	Eliminação de plantas invasoras e competição por recursos.
	Aplicação de tratamentos para a superação de dormência das gemas.	Estimulo exógeno a superação de dormência
Agosto de 2020	Aplicação de homeopatia para geada 2 dias antes – Carbo Vegetabilis 12CH (60 gotas em 20 litros de água + 6 mL de óleo + 6 colheres de detergente neutro);	Proteção contra possíveis danos de geada.
	Roçado na linha das plantas de maçã e arranquio de plantas de cobertura perto das plantas de maçã;	Limpeza de plantas de cobertura.
	Tutoramento de ramos;	Suporte aos ramos em crescimento.
	Coleta de solo.	Avaliação das condições do solo para otimizar a nutrição das plantas.
Setembro de 2020	Utilizado rolo faca em toda a área;	Preparação do solo para melhor absorção de nutrientes e água pelas raízes das plantas.
	Condução de ramos;	Direcionamento do crescimento dos ramos para uma estrutura saudável.
	Aplicação de composto nas linhas (4 kg por planta) e entrelinhas das maçãs (15 ton/ha);	Fornecimento de nutrientes orgânicos ao solo, enriquecendo-o para o desenvolvimento das macieiras.

	Raleio das maçãs (deixado 2 frutos) por botão floral;	Melhoria da qualidade dos frutos, permitindo que apenas os mais saudáveis se desenvolvam completamente.
	Plantio a lanço de milho (5 kg);	Plantio de uma cultura de cobertura que ajuda a suprimir o crescimento de plantas invasoras, protegendo o solo e melhorando sua estrutura.
	Aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> (120 gramas de Beauveria em 20 litros de água) – 1 máquina (20L).	Controle biológico de pragas e insetos presentes, contribuindo para a saúde das plantas.
Outubro de 2020	Roçagem nas linhas;	Eliminação de plantas invasoras que podem competir por recursos com as macieiras.
	Aplicação de supermagro 3% (600 ml para 19,4 litros de água) – 1 máquina (20L);	Fornecimento de nutrientes essenciais às plantas, fortalecendo-as para resistir a doenças e pragas.
	Retirada das brotações laterais do porta enxerto das maçãs;	Redirecionamento da energia das plantas para o crescimento saudável e produção de frutos, em vez de brotos laterais indesejados.
	Aplicação de Dippel BT (20 gramas em 20 litros de água) – 1 máquina (20L);	Controle biológico de lagartas e insetos-praga presentes nas macieiras.
	Capina de toda a área;	Prevenção do crescimento excessivo de plantas invasoras, evitando competição por nutrientes e luz solar.
	Colocação de garrafas com atrativo para mosca das frutas a 50% (Ceratrapp, com 250 ml de solução);	Monitoramento e controle de populações de moscas-das-frutas, que podem prejudicar a produção de maçãs.
	Aplicação de Yorrin K (120 gramas por planta);	Fornecimento de potássio, nutriente essencial para o desenvolvimento saudável das plantas.
	Condução de ramos;	Direcionamento do crescimento dos ramos para uma estrutura mais ordenada e facilitação da colheita.
	Aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> (120 gramas de Beauveria em 20 litros de água) – 3 máquinas (20L cada);	Continuação do controle biológico de insetos-praga presentes no solo e nas plantas.
	Capina de <i>Cynodon nlemfuensis</i> .	Remoção de gramíneas invasoras que podem competir por nutrientes e recursos com as macieiras.

Novembro de 2020	Aplicação de Calda bordalesa (calda preparada com 1g de Bordasul para cada litro de água) – 3 máquinas de 20L;	Prevenção e controle de doenças fúngicas nas macieiras, promovendo a saúde das plantas.
	Condução das plantas;	Direcionamento do crescimento dos ramos para melhorar a estrutura da árvore e facilitar a colheita.
	Aplicação de supermagro em toda área (1L de supermagro em 19L de água) 4,5 máquinas de 20L;	Fornecimento de nutrientes para fortalecer as macieiras contra estresses bióticos e abióticos.
	Primeira colheita;	Colheita dos primeiros frutos do ano.
	Aplicação de <i>Bacillus thuringiensis</i> (20g de Dipel em 20 L de água);	Controle biológico de lagartas e insetos-praga que podem prejudicar as macieiras.
	Manejo de plantas espontâneas com triton;	Controle de plantas invasoras, evitando que elas prejudiquem o desenvolvimento das macieiras.
Dezembro de 2020	Colheita de maçãs;	Colheita dos frutos maduros para consumo ou comercialização.
	Aplicação de <i>Bacillus subtilis</i> QST713 (400ml de Serenade + 400ml de detergente neutro) – 1 máquina (20L);	Reforço no controle biológico para prevenir doenças fúngicas e promover a saúde das plantas.
	Aplicação de <i>Bacillus thuringiensis</i> (50 g Dipel + 100 mL detergente neutro + 60 mL óleo de neem + 20 mL vinagre – completar para 20 L com água);	Controle biológico de insetos-praga, sem prejudicar predadores naturais.
	Retiradas, lavadas e recolocadas as armadilhas de Ceratrap nas garrafinhas – 125 mL/garrafa;	Controle de populações de moscas-das-frutas.
	Retiradas brotações do porta enxerto;	Remoção de brotações indesejadas para direcionar a energia das plantas para o crescimento saudável.
	Aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> (120 g Beauveria + 100 mL detergente neutro + 20 mL vinagre – completar para 20 L com água).	Continuação do controle biológico de insetos-praga presentes no solo e nas plantas.
Janeiro de 2021	Colheita das maçãs;	Continuação da colheita dos frutos maduros.
	Capina nas linhas de maçã;	Prevenção do crescimento de plantas invasoras que podem

		competir com as macieiras por recursos.
	Aplicação de iscas para formigas;	Controle de formigas, que podem ser prejudiciais para as macieiras.
	Semeadura a lanço nas entrelinhas: Aveia IPR Esmeralda + Trigo mourisco IPR 92+ Ervilhaca peluda IDR Paraná;	Plantio de culturas de cobertura para proteger o solo e fornecer nutrientes.
	Retirada de ramos ladrões do porta-enxerto;	Remoção de ramos indesejados para direcionar o crescimento das macieiras.
	Poda de ramos ladrões;	Manejo para melhorar a estrutura das árvores e a qualidade da produção.
	Condução de ramos;	Direcionamento do crescimento dos ramos.
Fevereiro de 2021	Aplicação Sulfocal 2% (40g de Sulfocal + 40 ml de detergente neutro: 1 maquinada (20L);	Fornecimento de enxofre e cálcio para as macieiras, auxiliando no desenvolvimento e prevenção de doenças.
	Colocação de iscas para formigas;	Continuação do controle de formigas que podem ser prejudiciais para as macieiras.
	Aplicação de <i>Bacillus subtilis</i> QST713 (200mL Serenade + 50mL de detergente neutro + 20 mL vinagre – completar para 20 L com água);	Reforço no controle biológico para proteção das macieiras contra doenças fúngicas.
	Coroamento ao redor das plantas;	Prevenção do crescimento de plantas invasoras e melhora da absorção de água e nutrientes pelas macieiras.
	Retirada de brotações do porta-enxerto;	Remoção de brotações indesejadas para direcionar o crescimento das macieiras.
	Aplicação de supermagro (1 litro de supermagro + 19 litros de água) -1 máquina (20L);	Fornecimento de nutrientes para fortalecer as macieiras e melhorar a qualidade da produção.
Março de 2021	Condução de galhos;	Direcionamento do crescimento dos galhos para melhorar a estrutura da árvore e a circulação de ar.
	Aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> (240 gramas de Beauveria + 40 mL de vinagre + 100 mL de detergente neutro – completar para 20 L com água);	Continuação do controle biológico de insetos-praga, promovendo um ambiente equilibrado.

	Aplicação EMs (1L da solução para 19L de água) - 1 máquina de 20L.	Introdução de microrganismos benéficos para o solo e as plantas, melhorando a saúde do ecossistema e das macieiras.
Abril de 2021	Retirada de ramos ladrões;	Remoção de ramos indesejados para direcionar o crescimento das macieiras e melhorar a produção.
	Aplicação Fitoneen 200mL + 200mL de detergente neutro;	Controle de insetos-praga que podem danificar as macieiras.
	Condução das plantas;	Direcionamento do crescimento dos ramos para facilitar a colheita e melhorar a penetração de luz solar.
	Aplicação de Sulfato de Cobre 3% (600g do produto em 20L de água);	Prevenção e controle de doenças fúngicas nas macieiras.
	Limpeza de focos de pulgão lanígero na maçã manualmente.	Controle manual de infestações de pulgões que podem prejudicar as macieiras.
Maio de 2021	Limpeza de pulgão na macieira com 1/3 de óleo de nem + 1/3 de detergente + e 1/3 vinagre;	Controle de pulgões que podem causar danos às macieiras.
Junho de 2021	Aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> (120 gramas de Beauveria + 40 mL de vinagre + 100 mL de detergente neutro – completar para 20 L com água);	Continuação do controle biológico de insetos-praga, promovendo um ambiente equilibrado.
Julho de 2021	Limpeza dos pulgões nas macieiras com hipoclorito 1%;	Controle de pulgões que podem prejudicar a saúde das macieiras.
	Tratamentos para superação de dormência;	Preparação das macieiras para o período de dormência, visando promover um bom desenvolvimento na próxima estação.

4.3 Manejo do terceiro ciclo (agosto 2021 – julho 2022)

Quadro 4 - Manejo do terceiro ciclo (agosto 2021 – julho 2022) em Pato Branco.

Data	Manejo realizado	Justificativa
Agosto de 2021	Aplicação de super magro 1,5 L + E.M 1,5 L e 27 L de água com pulverizador;	Fornecimento de nutrientes essenciais para as macieiras e enriquecimento do solo.

	Aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> (120 gramas de Beauveria + 40 mL de vinagre + 100 mL de detergente neutro) - 1 máquina de 30L;	Continuação do controle biológico de insetos-praga, promovendo um ambiente equilibrado.
	Uso de triton para manejo de plantas de cobertura;	Controle de plantas invasoras que podem competir com as macieiras por nutrientes e água.
Setembro de 2021	Raleio de frutos;	Remoção de frutos excessivos para melhorar o tamanho e qualidade dos frutos restantes.
	Aplicação de homeopatia de Pulgão lanígero e Staphysagria 12CH (10 mL em 1L de álcool de cereais 70%, dessa solução retirar 100mL e diluir para 20L);	Uso de tratamento homeopático para prevenir infestação de pulgões e manter a saúde das macieiras.
	Coroamento e limpeza das linhas;	Prevenção do crescimento de plantas invasoras e melhora da absorção de água e nutrientes pelas macieiras.
	Aplicação de supermagro (1 litro de supermagro + 19 litros de água) -1 máquina (20L);	Fornecimento de nutrientes para fortalecer as macieiras e melhorar a qualidade da produção.
	Aplicação de calda sulfocálica a 0,5% (150g de Sulfocal para 30L de água).	Prevenção de doenças fúngicas nas macieiras.
Outubro de 2021	Aplicação de Bacillus subtilis QST713 (400mL) e Staphysagria 12CH (10 mL em 1L de álcool de cereais 70% -> dessa solução retirado 100mL para 20L);	Reforço no controle biológico de doenças e pragas, mantendo um ambiente saudável para as macieiras.
	Distribuição de garrafinhas com CeraTrap	Armadilhas para capturar moscas-frutas.
Novembro de 2021	Amarrio dos galhos para que não quebrem pelo peso dos frutos;	Suporte aos galhos carregados de frutos para prevenir quebras e danos.
	Desbrote;	Remoção de brotos indesejados para direcionar o crescimento das macieiras.
	Colheita de maçãs caídas;	Remoção de frutos caídos da área.
	Aplicação de calda sulfocálica (4g/L) – 1 máquina de 30 litros;	Prevenção de doenças fúngicas nas macieiras.
	Poda verde;	Remoção de ramos excessivos para melhorar a formação da árvore e a circulação de ar.

	Capina;	Controle de plantas invasoras que podem competir com as macieiras por nutrientes e água.
	Coroamento;	Prevenção do crescimento de plantas invasoras e melhora da absorção de água e nutrientes pelas macieiras.
	Colocação de feno ao redor das plantas;	Retenção de umidade no solo; controle de ervas daninhas e proteção solar do solo.
	Colocação de 34 garrafinhas com CeraTrap distribuídas na maçã (200ml por garrafa, 50% ceratrap + 50% água)	Armadilhas para capturar insetos-praga que podem danificar as macieiras.
Dezembro de 2021	Colheita das maçãs;	Colheita da produção para comercialização e experimentos.
Janeiro de 2022	Colheita das maçãs;	Colheita da produção para comercialização e experimentos.
	Aplicação de calda sulfocálcica (15g) + Fitoneem 150ml + Detergente 150ml – máquina de 20 litros;	Prevenção e controle de doenças fúngicas e pragas nas macieiras.
	Poda verde nas macieiras;	Remoção de ramos indesejados para melhorar a formação da árvore e a circulação de ar.
	Aplicação de supermagro (3L de SM + 30L de água);	Fornecimento de nutrientes para fortalecer as macieiras e melhorar a qualidade da produção.
	Aplicação de Dipel 75g + 75g detergente neutro + 50ml vinagre (máquina de 20 litros);	Controle biológico de insetos-praga que podem afetar as macieiras.
	Coleta de solos;	Avaliação das condições do solo para otimizar o manejo das macieiras.
Março de 2022	Roçada nas entrelinhas das maçãs;	Controle de plantas invasoras.
	Plantio a lanço de plantas de cobertura nas entrelinhas da maçã (triticale, centeio, aveia);	Proteção do solo, melhor absorção de água e nutrientes, e promoção da biodiversidade.
	Aplicação de calda bordalesa (24g de bordasul) + 60 mL de detergente neutro + 150 mL de homeopatida Lachesia - uma máquina com 20 litros;	Prevenção e controle de doenças fúngicas e pragas nas macieiras.
	Eliminação de brotos basais das macieiras;	Remoção de brotos indesejados para direcionar o crescimento e a produção das macieiras.
	Aplicação de óleo de Neem nas plantas;	Tratamento orgânico para prevenção de pragas.

Abril de 2022	Roçagem ao redor das plantas;	Prevenção do crescimento de plantas invasoras e melhor acesso às macieiras.
	Metharizium na maçã, 2 máquinas de 15L;	Controle biológico de insetos-praga que afetam as macieiras.
	Aplicação homeopatia 5% de nosódio para o pulgão lanígero nas maçãs. 2 máquinas de 15 L cada.	Uso de tratamento homeopático para prevenir infestação de pulgões e manter a saúde das macieiras.
Maio de 2022	Aplicação de homeopatia + detergente neutro na maçã (máquina de 30 litros);	Uso de tratamento homeopático para prevenir infestação de pulgões e manter a saúde das macieiras.
	Eliminação manual de pulgão lanígero na maçã com esponja, água, detergente neutro e óleo de nem	Controle de pulgões de forma manual para evitar danos às macieiras.
Junho de 2022	Capina;	Controle de plantas invasoras que podem competir com as macieiras por nutrientes e água.
	Semeadura a lanço de cobertura de inverno;	Proteção do solo durante o inverno e melhoria da estrutura do solo.
	Eliminação manual de pulgão lanígero na maçã com esponja, água, detergente neutro e óleo de nem;	Controle de pulgões de forma manual para evitar danos às macieiras.
	Aplicação de calda sulfocálcica na área (1,5L p/máquina), 2 maquinadas na maçã;	Prevenção de doenças fúngicas em toda a área.
	Aplicação de 1 maquinada de homeopatia (150mL de Silicea 12 CH para cada 15L de água) nas maçãs.	Uso de tratamento homeopático para fortalecer as macieiras e promover a saúde das plantas.
Julho de 2022	Aplicação de pasta bordalesa no caule nas macieiras;	Prevenção e controle de doenças fúngicas nas macieiras.
	Poda;	Remoção de ramos indesejados para melhorar a formação da árvore e a circulação de ar.
	Condução de ramos.	Direcionamento do crescimento dos ramos para uma estrutura mais equilibrada e produtiva.

4.4 Manejo do quarto ciclo

Quadro 5 - Manejo do quarto ciclo (agosto 2022 – julho 2023) em Pato Branco.

Data	Manejo realizado	Justificativa
Agosto de 2022	Aplicação de pasta bordalesa (500g de bordasul + 500g de sulfocal)	Proteção contra doenças fúngicas.
	Roçagem	Controle do crescimento de vegetação indesejada.
	Aplicação de super magro nas maçãs. 3 máquinas (30L) (1,5L de super magro) + aplicação de homeopatia nas maçãs. 1 máquina (15L) (150 ml de homeopatia).	Fortalecimento das plantas contra doenças.
	Rolo faca;	Manejo das plantas de cobertura.
	Aplicação de serenade (200mL/15L) + EM (500mL/15L).	Reforço na saúde das plantas.
	Raleio de frutos	Melhoria no tamanho e qualidade das maçãs.
Setembro de 2022	Aplicação de bombardeiro + vinagre + detergente neutro na maçã (30 mL de cada) para 15L de água.	Controle de pragas e doenças.
	Raleio de frutos	Melhoria no desenvolvimento dos frutos restantes.
	Passado triton	Manutenção das plantas de cobertura.
Outubro de 2022	Aplicação de óleo de neem (150 mL para 15L) 1 máquina.	Controle de pragas.
	Raleio de frutos	Produção de frutos maiores e saudáveis.
	Aplicação de 250mL de esterco fervido + 100mL de EM p/ 15L de água.	Saúde do solo e plantas.
	Aplicação de 100mL de homeopatia silicea + 100mL de óleo de neem + 100 mL de serenade + 50 mL de detergente + 50 mL de vinagre.	Proteção e fortalecimento das plantas.
	Aplicação de leite + homeopatia	Fortalecimento das plantas.
Novembro de 2022	Aplicação de 200mL de bombardeiro + 100mL de homeopatia sicília	Controle de pragas e proteção das plantas.
	Colheita de todas as maçãs do experimento	Colheita maçal de maçãs pois as plantas estavam doentes.
	Aplicação de bordasul nas macieiras. 75g de bordasul + 600 mL de esterco fervido para	Nutrição e proteção das plantas.

	cada 15L de água (3 máquinas)	
	Roçada em toda a área	Controle do crescimento de vegetação.
	Capina nos pés das macieiras	Manutenção da área próxima às macieiras.
	Adubação a lanço com fósforo e potássio.	Fornecimento de nutrientes essenciais.
	Aplicação de monix nas macieiras, 4 máquinas	Melhoria na saúde e vigor das plantas.
	Aplicação de calda bordalesa	Proteção contra doenças fúngicas.
Dezembro de 2022	Aplicação de 3 máquinas de hussar nas macieiras (15mL de produto para 15L).	Controle de pragas.
	Aplicação de Borbardeiro nas macieiras.	Proteção das plantas.
	Aplicação de calda bordalesa (80g/15L) - uma máquina de 15 litros.	Proteção contra doenças fúngicas.
	Aplicação de monix naa macieiras (15mL/15L), 3 máquinas	Melhoria na saúde das plantas.
Janeiro de 2023	Aplicação de ácido peracético (1mL/L) - 3 máquinas	Desinfecção e proteção das plantas.
	Aplicação de calda bordalesa (60g/15L) - uma máquina de 15 litros.	Proteção contra doenças fúngicas.
	Aplicação de Bacillus subtilis QST713 + esterco + vinagre (200mL de serenade + 50mL de vinagre + 750mL de esterco fervido)	Fortalecimento e proteção das plantas.
Fevereiro de 2023	Aplicação de calda sulfocálcica (80g de sulfocal + 60mL de óleo de neem)	Proteção das plantas.
	Aplicação de monnix (1,l/L)	Melhoria na saúde das plantas.
	Eliminação dos frutos de maçã temporões.	Redução da sobrecarga nas plantas.
	Aplicação de calda bordalesa	Proteção contra doenças fúngicas.
Março de 2023	Aplicação de bombardeiro nas macieiras (3 máquinas de 15 L (15 mL de Bombardeiro+esterco fervido)	Controle de pragas.
Abril de 2023	Aplicação de Bombardeiro (55mL) nas macieiras (3 maquinadas - 20L).	Proteção das plantas.
	Aplicação de 3 máquinas de 15 L (150g de Bordasul + 75 mL de detergente)	Proteção das plantas.

	Semeadura de mix de cobertura (nabo + aveia + ervilhaca + triticales + centeio)	Melhoria na cobertura do solo e aporte de nutrientes.
Maio de 2023	Remoção de pulgão lanígero de plantas.	Controle de pragas.
	Aplicação de calda sulfocálcica (3%)	Proteção das plantas.
Junho de 2023	Aplicação de calda bordalesa 500g em 15 litros de água.	Proteção contra doenças fúngicas.
Julho de 2023	Poda nas macieiras	Manejo do crescimento das plantas.
	Aplicação de ácido peracético (10 ml/15L)	Desinfecção e proteção das plantas.
	Aplicação de tratamentos para quebra de dormência nas macieiras	Estímulo ao estimular a planta após o período de dormência.
	Aplicação de Bombardeiro (55 ml) + Serenade (300 ml) + Stimucontrol (300 ml) - máquina de 20 L	Fortalecimento e proteção das plantas.

Em 08/11/2022 foi feita a remoção de todos os frutos das macieiras, pois o forte acometimento da doença foliar de Marssonina comprometeu a produção.

Após a remoção dos frutos, seguiu-se com os tratamentos visando reduzir a pressão de inóculo e manter folhas nas plantas para restaurar as reservas de carboidratos nos ramos e gemas e preparar a produção para o próximo ciclo (2023/2024).

4.5 Avaliações de solo

A coleta de solo foi realizada com o propósito de avaliar parâmetros químicos e microbiológicos em diferentes profundidades. Para garantir a representatividade dos resultados, o seguinte protocolo foi seguido:

4.5.1 Seleção das Áreas de Coleta

Áreas representativas foram selecionadas dentro do pomar, utilizando um método de seleção aleatória.

4.5.2 Preparação das Ferramentas

As ferramentas de coleta necessárias foram preparadas antes da coleta, incluindo pás, trados ou sondas de solo, sacos de coleta etiquetados, luvas e outros equipamentos de proteção conforme necessário.

4.5.3 Divisão das Profundidades

A coleta de solo foi realizada em cinco profundidades diferentes, selecionadas com base na relevância para o desenvolvimento das maçãs: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

4.5.4 Coleta das Amostras

Para a camada de 0-5 cm, a camada superior do solo foi cuidadosamente retirada usando uma pá, coletando uma quantidade suficiente de solo e material orgânico.

Para as camadas de 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, amostras foram extraídas utilizando trado, visando preservar a estrutura do solo em núcleos representativos.

4.5.5 Armazenamento e Identificação das Amostras

Cada amostra de solo foi armazenada individualmente em sacos de coleta etiquetados. As etiquetas continham informações essenciais, como profundidade de coleta e localização no pomar, para garantir a rastreabilidade e a associação correta dos dados.

4.5.6 Transporte das Amostras

As amostras foram transportadas para o laboratório imediatamente após a coleta, minimizando o tempo entre a coleta e a análise. Durante o transporte, as amostras foram mantidas em condições de temperatura controlada e protegidas da luz.

4.5.7 Análises Laboratoriais

No laboratório, as amostras de solo foram processadas e analisadas seguindo os procedimentos apropriados para avaliação química.

4.5.8 Avaliação Química

As amostras foram submetidas a análises químicas, incluindo determinações de nutrientes, pH, teor de matéria orgânica e concentração de elementos químicos relevantes. Essas análises foram realizadas utilizando métodos laboratoriais padrão.

4.6 Avaliação de tecido vegetal

A análise de nutrientes foliares desempenha um papel fundamental na avaliação da saúde e no manejo adequado das plantas, proporcionando informações valiosas sobre seu estado nutricional. No contexto do cultivo de macieiras, seguindo as diretrizes do "Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná", um procedimento rigoroso foi adotado para garantir resultados precisos. Após colhidas, as folhas das macieiras foram submetidas a um processo de secagem em estufa com ar forçado a uma temperatura de 55 graus Celsius. Esse método de secagem é crucial para remover a umidade das folhas e preservar os nutrientes nelas contidos. Posteriormente, as folhas secas foram trituradas utilizando um moinho de faca do tipo Willei, garantindo uma homogeneização adequada da amostra.

Uma vez preparadas, as amostras foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em Pato Branco. Nesse laboratório, as análises foram conduzidas com precisão e rigor, seguindo os protocolos estabelecidos. A determinação dos nutrientes presentes nas folhas é de extrema importância para avaliar se as macieiras estão recebendo os elementos necessários para um crescimento saudável e produtivo. A partir dos resultados obtidos, os agricultores e técnicos agrícolas podem fazer ajustes adequados na adubação e nutrição das plantas, contribuindo assim para a maximização da qualidade e do rendimento das macieiras. Portanto, essa análise detalhada e minuciosa reflete o comprometimento com as boas práticas agrícolas e o uso eficiente dos recursos, visando ao sucesso do cultivo de macieiras na região do Paraná.

4.7 Avaliação dos componentes de rendimento e qualidade das frutas

As avaliações físicas e físico-químicas foram conduzidas no Laboratório de Horticultura da Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

Utilizou-se como matéria prima frutos de macieira (*Malus domestica*), das cultivares Eva Rubi e Julieta, em manejo orgânico, provenientes da área experimental do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, polo Pato Branco.

Para as análises foram utilizados quinze frutos de cada uma das parcelas.

Comprimento e diâmetro (mm): Obtidos por medições realizadas com o auxílio de paquímetro digital, foram medidos dez frutos por parcela para estabelecer uma média.

Massa (g): Através de pesagem direta de dez frutos para estipular uma média.

Firmeza (N): Determinada em um analisador de textura Stable Micro Systems equipado com microcomputador, realizando-se perfurações de 10 mm nos frutos, usando ponteira de 2 mm e velocidade de 5 mm.s⁻¹, foram feitas medições em frutos cinco frutos com casca e sem casca.

Sólidos solúveis: Usando refratômetro Atago Poket, foram feitas três leituras, utilizando-se uma gota de suco puro de cinco frutos, de cada repetição e expressando o resultado em °brix.

Acidez titulável: Foi realizada uma amostragem aleatória de cinco frutos, nos quais o suco foi extraído por meio da trituração da polpa e casca. Posteriormente, 10 ml desse suco foram diluídos em 90 ml de água destilada e titulados com uma solução de NaOH 0,1 M até atingir um pH de 8,1. Os resultados obtidos foram expressos em meq. de ácido málico por 100 ml⁻¹.

RATIO: obtido pela divisão dos valores de sólidos solúveis e acidez titulável.

pH: Utilizando pHmetro Kasvi.

Número de frutos: Mensurado com a ajuda de um contador de colônia.

Produção: A produção por planta foi calculada multiplicando-se o número total de frutos por planta pelo peso médio dos frutos da cultivar.

Produtividade: A produtividade foi calculada através do peso de maçãs colhidas.

Em 2020 as amostras de frutos foram colhidas e separados 15 frutos por parcela em sacos de papel Craft, nos dias 07 e 18/12/2020 e levadas para o Laboratório de Fruticultura da UTFPR Campus Pato Branco, onde foram feitas as análises descritas acima.

No ano de 2021, a colheita ocorreu nos dias 17 e 22 de dezembro. Além das avaliações realizadas no ano anterior, também houve um acompanhamento quinzenal

da qualidade dos frutos armazenados em câmara fria, com a atmosfera normal, em uma faixa de temperatura entre 0°C e 1°C.

Em 2022 não foi possível realizar colheita para avaliação uma vez que o pomar foi atingido gravemente por uma infestação de *Marssonina coronaria*, que provocou desfolha total da planta, sendo necessária a completa eliminação dos frutos.

Para avaliar as variáveis de qualidade dos frutos, foram coletados dados de 15 frutos em cada uma das 30 parcelas das diferentes cultivares. A fim de sintetizar a tendência central dos dados, foram calculados os valores médios para cada variável. Além disso, para compreender a dispersão dos valores em relação à média, utilizou-se o desvio padrão como medida de dispersão. Esse parâmetro fornece uma indicação da variabilidade dos dados em torno da média, permitindo uma avaliação mais abrangente da consistência das características de qualidade dos frutos em cada cultivar.

4.8 Tratamentos para superação de dormência

O experimento para superação de dormência foi realizado em três localidades nos municípios de Pato Branco, Lapa e Palmas, todos no Paraná.

As parcelas continham três unidades experimentais, constituídas por três plantas da cultivar Eva Rubi e bordadura de plantas da cultivar Julieta para permitir a polinização cruzada. O experimento foi conduzido de julho a dezembro de 2021.

Os tratamentos consistiram em hidrolato de pau-d'alho e peróxido de hidrogênio nas concentrações de 0% (testemunha), 5%, 10%, 15% e 20%. Na Lapa foi adicionado os tratamentos com óleo mineral 3%, Dormex® 0,5% e Dormex® 0,5% + 3% de óleo mineral.

Foram utilizados dois litros de solução por parcela, até o ponto de escorrimento, aplicados com pulverizador costal a bateria, a aplicação foi feita em 21 de julho de 2021, após poda de inverno, antes da brotação das gemas.

Para o cálculo de horas de frio acumuladas de abril a outubro de 2021 foi utilizada a metodologia de FISHMAN; EREZ; COUVILLON (1987) para cada local do experimento.

Para avaliar brotação e floração foram marcados três ramos por plantas, aos quais se contou o número total de gemas laterais e terminais de brindila e esporão. Após a aplicação dos indutores de brotação, foram contabilizados os números totais

de gemas brotadas para o cálculo de porcentual de gemas brotadas nas três localidades.

A frutificação efetiva foi avaliada por meio da seleção de uma ramificação lateral secundária do terço médio da planta a qual foi feita a contagem do número de cachos florais e posteriormente o número de frutos, em Pato Branco e Palmas. Em Pato Branco ainda foi avaliada a produtividade no período de colheita através da contagem do número de frutos por planta e o peso dos frutos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, e três plantas úteis por parcela, em esquema bifatorial 2 x 5, onde o primeiro fator compreende os produtos utilizados como indutores (peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alho) e o segundo as diferentes concentrações. Para Lapa, outros três tratamentos foram adicionados ao experimento como parâmetro de comparação.

Os dados de armazenamento e superação de dormência foram inicialmente submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos erros e ao teste de Oneillmathews para verificar a homogeneidade das variâncias. Quando não atendido os pressupostos foi realizada transformação pelo método de Box-Cox. Foi realizado Análise de Variância, e as variáveis quantitativas (doses de Peróxido de Hidrogênio e hidrolato de Pau d'alho) significativas pelo teste F foram submetidas à análise de regressão polinomial, em esquema fatorial Produto x Concentração. Também foram realizadas análise de comparação múltipla de médias de Tukey entre os tratamentos realizados. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Core Team, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Fertilidade de solo e tecido vegetal

Ao comparar os dados da Tabela 1, que representa a análise do solo antes da implantação do cultivo agroecológico, com os dados da Tabela 2, referentes à análise do solo no ano seguinte, é possível observar uma melhora significativa das características químicas do solo em dois anos. O pH aumentou, indicando uma tendência de neutralização da acidez, além disso, houve um grande incremento no teor de carbono no solo.

A melhora nessas qualidades do solo pode ser explicada pelo manejo com cobertura verde, e a constante incorporação de material orgânica no solo. As plantas utilizadas como cobertura, ao crescerem, ciclaram nutrientes do solo e os armazenam em suas folhas e raízes. Posteriormente, quando são incorporadas ao solo, esses nutrientes são liberados gradualmente, enriquecendo o solo (BETTONI et al., 2012).

Quanto aos nutrientes específicos, as concentrações de fósforo, cálcio e magnésio apresentaram elevação nas camadas mais superficiais do solo, porém, foram diminuindo gradativamente com o aumento da profundidade do solo. Por outro lado, a concentração de potássio aumentou em todas as camadas analisadas, indicando um incremento desse nutriente no solo, esse aumento pode ser explicado pela ciclagem de nutrientes das plantas de cobertura.

Em relação à acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC), não foram observadas grandes diferenças nos valores das camadas mais superficiais do solo. No entanto, nas camadas mais profundas (20 a 40 cm), houve uma redução tanto na SB quanto na CTC, o que pode indicar uma menor disponibilidade de nutrientes nessa região do solo.

É importante salientar que parte das mudanças também podem ser relacionadas ao manejo da área posteriormente a primeira coleta, onde o solo foi arado e gradeado, tendo solo superficial assim sido incorporado em profundidade, assim como solo de profundidade levado a superfície.

Tabela 1 - Caracterização química da camada de 0-20 cm e 20-40 cm do solo da área experimental no ano de 2018, antes da implantação do pomar. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Profundidade (cm)	(continua)					
	pH	C	P	K	Ca	Mg
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		---cmol _c dm ⁻³ ---	
0 - 20	5,7	29,8	20,0	0,59	9,3	4,03
20 - 40	5,6	26,18	81,8	0,59	8,02	3,82

Tabela 1 - Caracterização química da camada de 0-20 cm e 20-40 cm do solo da área experimental no ano de 2018, antes da implantação do pomar. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Profundidade (cm)	(conclusão)					
	Al ³⁺	H+Al	SB	V	CTC	SAI
	---cmol _c dm ⁻³ ---			%		
0 - 20	0	3,97	13,92	77,8	17,89	0
20 - 40	0	4,96	12,43	71,47	17,39	0

Fonte: IDR – Paraná (2018)

Quando se compara as mudanças químicas no solo da área experimental do ano de 2020 (Tabela 2) para o ano de 2022 (Tabela 3), pode-se observar que os valores de pH continuam aumentando. Segundo NAVA et al. (2002) é ideal que o pH do solo esteja acima de 6,0 para o cultivo de macieira, até pelo menos 40 cm de profundidades para melhor disponibilidade de nutrientes e neutralização do alumínio e manganês trocável do solo, bem como é benéfica para a microbiota do solo.

Tabela 2 - Caracterização química da camada de 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-50cm do solo da área experimental no ano de 2020. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Profundidade (cm)	(continua)					
	pH	C	P	K	Ca	Mg
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		---cmol _c dm ⁻³ ---	
0 - 5	6,20	39,29	152,5	1,87	10,75	5,47
5 - 10	6,24	33,44	88,8	1,81	9,20	4,69
10 - 20	6,16	25,05	32,20	1,61	7,09	3,81
20 - 40	5,60	18,45	3,96	1,27	3,61	2,32

40 - 60	5,38	16,61	1,92	1,09	2,87	2,12
---------	------	-------	------	------	------	------

Fonte: IDR – Paraná (2020)

Tabela 2 - Caracterização química da camada de 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-50cm do solo dá área experimental no ano de 2020. UTFPR Campus Pato Branco, 2023. (conclusão)

Profundidade (cm)	Al ³⁺	H+Al	SB	V	CTC	SAI
	---cmol _c dm ⁻³ ---			%		
0 - 5	0	3,40	18,09	84,01	21,49	0
5 - 10	0	3,43	15,71	81,99	19,14	0
10 - 20	0	3,64	12,51	77,27	16,15	0
20 - 40	0	4,73	7,20	60,19	11,93	0
40 - 60	0	4,97	6,10	54,94	11,05	0

Fonte: IDR – Paraná (2020)

Com relação ao carbono do solo, foi observado um incremento significativo em todas as camadas analisadas. Ao aumentar os níveis de matéria orgânica e carbono no solo, há um conseqüente aumento na diversidade da biota do solo. Esse aumento na diversidade biológica do solo contribui para a melhoria dos atributos do solo, proporcionando um ambiente mais saudável e fértil para o desenvolvimento das plantas (TROMBETTA et al, 2020).

A presença de uma diversidade de organismos no solo, como microrganismos, fungos e minhocas, desempenha um papel fundamental na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e melhoria da estrutura do solo. Essa interação entre os organismos do solo e a matéria orgânica resulta em maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, melhor retenção de água no solo e maior resistência a doenças e pragas. Portanto, o aumento da matéria orgânica e do carbono no solo é uma estratégia importante para melhorar a qualidade e fertilidade do solo, proporcionando condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas (COSTA; MELLONI; DOS REIS FERREIRA, 2019; DE ARAÚJO LEAL et al., 2021).

Os valores de fósforo não tiveram muita variação nas camadas iniciais do solo, porém em profundidade foi observado grande aumento, tendo na cama de 40 a 60 cm aumentado em 1189,06%, o enriquecimento de camadas mais profundas do solo com fósforo pode ser explicado pelas constantes incorporações de matéria orgânica no solo, especialmente pela decomposição das raízes dos mix de adubos verdes, uma

planta que pode ter contribuído muito para isso é o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), que forma longas galerias com seu desenvolvimento.

Tabela 3 - Caracterização química da camada de 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-50cm do solo dá área experimental no ano de 2022. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.
(continua)

Profundidade (cm)	pH	C	P	K	Ca	Mg
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		---cmol _c dm ⁻³ ---	
0 - 5	6,46	77,46	142,63	3,98	15,74	5,92
5 - 10	6,42	57,09	85,66	3,64	11,42	3,00
10 - 20	6,38	41,82	39,34	3,14	12,02	2,90
20 - 40	6,00	35,38	23,42	2,09	10,60	2,64
40 - 60	5,88	31,09	24,75	1,55	9,70	2,34

Fonte: LABSOLOS, UTFPR – Pato Branco (2023)

Tabela 3 - Caracterização química da camada de 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-40cm e 40-50cm do solo dá área experimental no ano de 2022. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.
(conclusão)

Profundidade (cm)	Al ³⁺	H+Al	SB	V	CTC	SAI
	---cmol _c dm ⁻³ ---			%		
0 - 5	0	1,97	25,64	92,34	27,59	0
5 - 10	0	2,06	18,06	89,35	20,12	0
10 - 20	0	2,49	18,06	88,22	20,35	0
20 - 40	0	2,73	15,33	83,49	18,06	0
40 - 60	0	2,80	13,39	82,31	16,37	0

Fonte: LABSOLOS, UTFPR – Pato Branco (2023)

Observou-se um aumento positivo na concentração de cálcio em todas as camadas do solo. No entanto, não houve um aumento significativo na concentração de magnésio. Já para os valores de soma de bases, saturação por bases (V%) e capacidade de troca de cátions (CTC) foi observada uma melhora em todas as camadas do solo.

Verificou-se que não houve presença de alumínio na camada de solo analisada em nenhum dos anos estudados, indicando condições favoráveis para o desenvolvimento radicular das macieiras. Além disso, os valores de acidez (H+Al) se mantiveram próximos de zero, sugerindo um pH adequado e ausência de acidez excessiva, o que também é positivo para o desenvolvimento das plantas.

Os dados analisados demonstram como o manejo agroecológico com cobertura verde e aplicação apenas de fertilizantes licenciados para o cultivo orgânico

pode melhorar as condições químicas de um solo. A presença da cobertura verde e adubação orgânica e a calagem contribuíram para o aumento do pH, o acúmulo de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e a manutenção da disponibilidade de nutrientes essenciais. Além disso, a ausência de alumínio tóxico, o incremento nos teores de cálcio nas camadas mais profundas e a estabilidade nos teores de magnésio indicam um ambiente propício para o desenvolvimento saudável das raízes das macieiras. Esses resultados destacam os benefícios da abordagem agroecológica na melhoria da fertilidade do solo e no sucesso do pomar de macieiras.

Os teores de nutrientes nos tecidos das macieiras podem variar dependendo de vários fatores, como a variedade da macieira, o estágio de crescimento da planta, as práticas de manejo e as condições ambientais. Em termos gerais, no quadro 6 estão algumas faixas típicas de teores de nutrientes em macieiras Anna enxertadas em porta-enxerto M11 (FARIA et al., 2004), e são apresentados os valores médios obtidos das análises de tecido vegetal das cultivares Eva Rubi e Julieta.

Quando comparados aos valores de referência, podemos ver que o nitrogênio, potássio e cálcio em ambas as cultivares apresentaram valores satisfatórios, já para fósforo, apenas a cultivar Julieta ficou dentro dos parâmetros de referência, quanto ao magnésio ambas as cultivares obtiveram percentual superior ao estudado por Faria et al (2004). O valor baixo de fósforo na planta, mesmo que sua concentração esteja elevada nas análises de solo, pode ser explicado pelo fato de a extração de P no LABSOLOS ser feita por solução de Mehlich, que por sua vez torna solúvel formas químicas do fósforo que ainda não são biodisponíveis, superestimando-a. Apesar disso os resultados apontam para um aumento gradativo dessa concentração, uma vez que com a decomposição da matéria orgânica haverá a mineralização do fósforo.

Quadro 6 - Valores médios de macronutrientes no tecido vegetal de macieiras (folhas) 'Eva Rubi' e 'Julieta'. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Cultivar	Macronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Eva	2,13	0,12	2,2	1,28	0,45
Julieta	2,23	0,14	1,69	1,29	0,43
*Valor de referência	1,90 a 2,60	0,14 a 0,40	1,50 a 2,00	1,20 a 1,60	0,25 a 0,40

cultivar Anna					
--------------------------	--	--	--	--	--

Fonte: * FARIA et al. (2004); LABSOLOS, UTFPR – Pato Branco.

5.2 Manejo fitossanitário

Para o manejo e prevenção das principais doenças da macieira têm sido utilizados produtos aceitos para o cultivo orgânico

No controle de insetos, a maior dificuldade encontrada, porém superada, foi para controlar o pulgão lanígero. Este inseto se instalou logo após o plantio das macieiras e sua população foi gradativamente aumentando até maio de 2022, mesmo com várias interferências com inseticidas biológicos, homeopatia, nosódio e calda sulfocálcica, que não estavam demonstrando eficiência em controlar o inseto.

O controle do pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) tem sido amplamente estudado e uma das opções de manejo sustentável é o uso do óleo de neem. O óleo de neem possui propriedades inseticidas, fungicidas e acaricidas (SILVA; COLTINHO, 2023). Estudos mostram que a aplicação de óleo de neem em plantas infestadas por pulgões lanígeros resulta em uma redução significativa da população dessas pragas. Ao realizar um estudo comparativo entre inseticida sintético e óleo de Neem em macieiras KACHO et al (2020) observou que o óleo na concentração de 5ml/L possui potencial de redução superior a 96% na colônia do inseto. O óleo de neem atua de várias formas: interfere na alimentação e no crescimento dos pulgões, interrompe o ciclo reprodutivo e causa a morte por asfixia (BOATE et al., 2020).

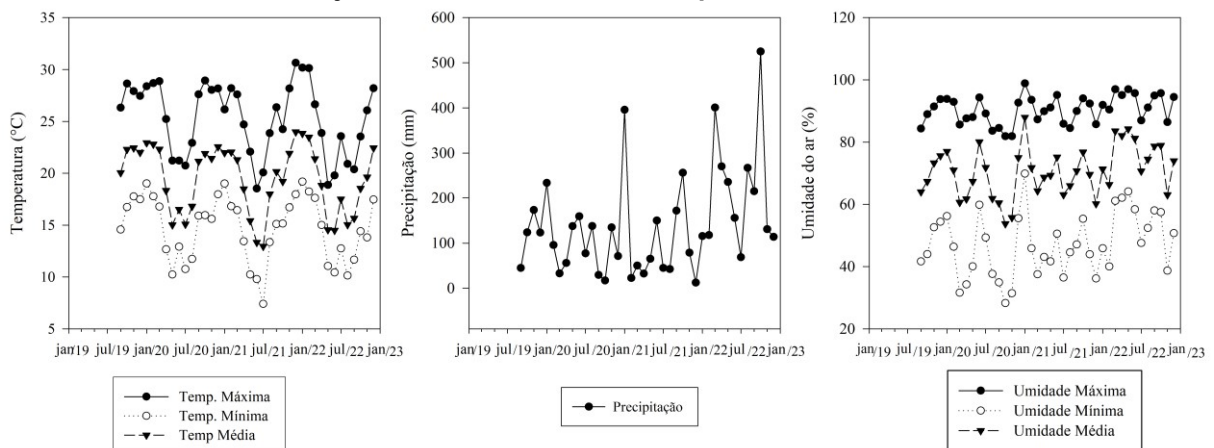
Na fase de repouso de 2022 foi feita um controle sistemático manual durante várias semanas. Com auxílio de esponja de lavar louças (tipo scott bright), embebidas em solução de óleo de Neem, e eliminava-se as colônias com a mão protegida por luvas. Esse procedimento, aliado a pulverização seguida de calda sulfocálcica reduziu a população do inseto para níveis abaixo do nível de dano econômico, porém sempre presentes no experimento, apenas de ter predadores na área (*Exochomus quadripustulatus*), esses não conseguiram realizar o controle do pulgão.

Já para controle de mosca das frutas foi utilizado CeraTrap[®], um atrativo alimentar de insetos, usado para a captura de *Anastrepha fraterculus*, composto por fontes proteicas que emitem substâncias voláteis capazes de atrair a mosca para dentro de armadilhas, de onde ela não consegue sair. No trabalho desenvolvido por SANTANA et al. (2019), quando comparado a outros atrativos, CeraTrap[®] apresentou

a maior eficiência em atração da praga, isso se dá pelo fato desse produto ser uma fonte de proteína, que atualmente se conhece como a necessidade primária de moscas fêmeas para a reprodução.

No quarto ciclo (2022-2023) houve forte desfolha causada por mancha foliar de Marssonina (*Marssonina coronaria*). O fitopatógeno encontra condições favoráveis em temperaturas de 20 °C a 22 °C, chuvas frequentes e a elevação da umidade favorece a germinação de conídios (SHARMA; THAKUR; MOHAN, 2011; VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2008). Para evitar depauperação das plantas os frutos foram removidos em novembro e com isso perdeu-se 100% da produção. As fortes chuvas ocorridas no mês de outubro de 2022 (Figura 2) impediram as pulverizações e ocasionaram um ambiente favorável para a ocorrência de mancha de marssonina, não sendo mais possível controlar a doença após o patógeno se instalar no pomar.

Figura 2 - Gráficos de Temperatura (°C), Precipitação (mm) e Umidade (%), de setembro de 2019 até janeiro de 2023. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: SIMEPAR (2023)

Quanto ao controle de plantas espontâneas, de maneira geral, o controle foi eficiente, sem que houvesse competição com a cultura principal (macieira). Procurou-se manter o solo sempre coberto ou com adubos verdes ou com a palhada resultante da roçagem ou rolagem destes.

Uma das principais vantagens da adubação verde no controle de plantas espontâneas é a competição por água, nutrientes e luz solar com as plantas daninhas (MATHEIS; DE AZEVEDO; FILHO, 2020). Isso reduz a disponibilidade de recursos para as plantas espontâneas, inibindo seu crescimento e desenvolvimento. Além disso, algumas espécies de plantas adubadoras liberam substâncias químicas que

inibem o crescimento das plantas daninhas, conhecidas como alelopatia (MARTINS; DE MARCHI; MARQUES, 2022; MOROTA et al., 2020).

Outro benefício da adubação verde é a melhoria da estrutura do solo. As raízes das plantas adubadoras penetram no solo, rompendo camadas compactadas e aumentando a porosidade, o que facilita a infiltração de água e o arejamento do solo. Além disso, quando as plantas adubadoras são incorporadas ao solo, seus tecidos vegetais se decompõem, fornecendo matéria orgânica e nutrientes essenciais para o solo, melhorando sua fertilidade (ARAÚJO et al., 2021; EMERENCIANO NETO et al., 2020).

A maior preocupação foi para controlar as gramíneas grama seda (*Cynodon dactylon*) e a grama estrela (*Cynodon nlemfuensis*) na fase inicial de manejo da área. Porém, a cobertura com mucuna antes da implantação do experimento, praticamente erradicou estas duas espécies, restando focos isolados, que foram erradicados com uso de capinas manual. Essa Fabaceae, além de atuar com a proteção do solo e retenção de água, proporciona acúmulo de matéria seca e aporte de nitrogênio (HOUNGNANDAN et al., 2000). Com o uso de quatro plantas por metro de *Mucuna pruriens* var. *utilis*, em espaçamento de 1 m, SILVA et al (2011) relatou o acréscimo de mais de 50 kg ha⁻¹ de N derivado do processo de fixação biológica de nitrogênio.

5.3 Produtividade

No segundo ciclo (Figura 3), correspondente à safra 2020-2021, observou-se uma produtividade de 9.752 kg/ha. Essa quantidade indica um desempenho inicial satisfatório das macieiras Eva, sugerindo um potencial produtivo promissor para a variedade no pomar estudado.

No estudo realizado por LOPES et al. (2016), com a cultivar Eva na Serra da Ibiapaba, a maior produção obtida foi de 15,5 t/ha, destacando a influência das condições climáticas específicas do local na produtividade.

Figura 3 - Colheita de 'Eva Rubi' safra 2020 – 2021 (segundo ciclo).



Fonte: Joice Mari Assmann, IDR - Paraná.

No terceiro ciclo, correspondente à safra 2021-2022, a produtividade aumentou significativamente, alcançando 27.147,22 kg/ha. Esse incremento expressivo pode ser atribuído a um melhor desenvolvimento das árvores e ao amadurecimento das macieiras, que atingiram um estágio de maior produtividade, além do aumento da fertilidade do solo, conforme já relatado. De acordo com SATO e ROBERTO (2009), uma produtividade de 25 t/ha é considerada satisfatória para um pomar em fase inicial de produção.

A ocorrência da desfolha e a perda total da produção no quarto ciclo representaram um revés significativo para o experimento com macieiras 'Eva Rubi' e 'Julieta'. Isso evidencia a importância de um manejo fitossanitário preventivo adequado para minimizar os efeitos negativos das doenças nas macieiras, garantindo uma produtividade estável e sustentável ao longo dos ciclos de cultivo.

No entanto, é importante destacar que esses resultados são específicos para o pomar estudado e podem variar em diferentes contextos e condições de cultivo. Recomenda-se a realização de estudos adicionais e a implementação de estratégias de manejo fitossanitário mais abrangentes, incluindo o monitoramento regular das doenças, a aplicação oportuna de medidas preventivas e a utilização de cultivares

resistentes ou tolerantes, a fim de mitigar os riscos associados às doenças e maximizar a produtividade das macieiras ‘Eva Rubi’.

5.4 Qualidade de fruto

A textura e a firmeza de maçã são características importantes tanto para a indústria quanto para os consumidores. A textura refere-se à sensação tátil ao morder ou mastigar a fruta, enquanto a firmeza se relaciona com a resistência da polpa ao ser pressionada. A firmeza adequada é um fator crucial para prolongar a vida útil pós-colheita das maçãs, reduzindo a ocorrência de danos, no manuseio. Ainda, frutos que apresentam textura crocante e firme são geralmente considerados mais frescos, saborosos e de melhor qualidade, sendo mais atraentes aos olhos dos consumidores. (DO AMARANTE et al., 2015; SAEI et al., 2011).

No decorrer do experimento, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as parcelas que foram analisadas nem entre tratamentos. Como resultado, foi adotada a abordagem de calcular a média das medidas obtidas de todas as parcelas, visando determinar os valores médios das variáveis de qualidade dos frutos que foram avaliadas.

Na tabela 4 observa-se que os frutos da segunda colheita apresentaram resultados de firmeza maior que na primeira, tanto com casca quanto sem. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a primeira colheita ter-se selecionado os frutos visualmente maduros e mais aptos a coleta, enquanto na segunda colheita foram colhidos todos os frutos, e dentre esses estavam frutos que ainda necessitariam de mais tempo na planta para finalizar o processo de maturação.

Para o cálculo da média e do desvio padrão (DP) amostral, foram utilizados 15 frutos de cada uma das 30 parcelas (Valor de n: 15 frutos por parcela x 30 parcelas = 450 frutos no total).

Tabela 4 - Firmeza de frutos (N) com e sem casca da cultivar Eva Rubi. UTFPR, Campus Pato Branco, 2023.

Colheita	Firmeza (N)			
	Com casca	DP	Sem casca	DP
17 de dezembro	9,8	1,66	3,6	0,79
22 de dezembro	9,99	1,48	4,0	0,78

Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados são difíceis de comparação com outros já realizados, uma vez que é comum que se utilize prob (ponteira) de maior espessura. No estudo realizado por CHAGAS et al. (2012), a firmeza média da polpa dos frutos da cultivar de macieira Eva foi registrada como 51,7 N em Jundiaí-SP, foi utilizado um penetrômetro manual com prob de 8mm. Em um experimento conduzido por DE OLIVEIRA et al. (2014), também com prob de 8 mm, em duas cidades de Minas Gerais, foram encontrados valores de 44,57 N em Maria da Fé e 49,96 N em Piedade do Rio Grande, respectivamente. Ambos os estudos avaliaram a cultivar Eva e forneceram informações relevantes sobre a firmeza dos frutos em diferentes regiões, mas não podem ser comparados com os resultados obtidos neste experimento, pois os equipamentos e o diâmetro das ponteiros utilizadas são totalmente distintos.

Na colheita realizada no dia 17 de dezembro de 2021 observa-se frutos mais leves, e ligeiramente menores que os colhidos no dia 22, em média. Isso novamente pode ser explicado pela preferência de colheita de frutos maduros na primeira colheita quanto a colheita maçã na segunda, resultando na coleta de frutos mais pesados e com maiores acúmulos de carboidratos e água em seus tecidos.

O peso dos frutos, seu comprimento e diâmetro são características importantes para aceitação do consumidor, devendo estar dentro de padrões de mercado. DE OLIVEIRA et al. (2014) relataram em seu experimento frutos com peso médio de 112,66 g para a safra de maçã em Maria da Fé e 144,13 g em Piedade do Rio Grande.

Tabela 5 - Peso médio de frutos (g) da cultivar 'Eva Rubi', diâmetro e comprimento (mm). UTFPR, Campus Pato Branco, 2023.

Colheita	Peso médio (g)	DP	Diâmetro (cm)	DP	Comprimento (cm)	DP
17 de dezembro de 2021	122,00	8,18	6,5	2,42	5,7	2,12
22 de dezembro de 2021	130,00	12,43	6,6	2,19	5,9	2,25

Fonte: Autoria própria (2023)

O pH de maçã pode variar ao longo do processo de maturação, e isso afeta suas características organolépticas, como sabor, textura e estabilidade microbiológica. Durante o processo de maturação, o pH de maçã pode diminuir

ligeiramente devido à conversão de amido em açúcares, principalmente frutose. À medida que o fruto amadurece, ocorre uma redução da acidez titulável e, conseqüentemente, o pH pode aumentar um pouco (CARVALHO et al., 2022).

Ao analisar os resultados da primeira e segunda colheita de maçãs, observou-se uma diferença nos valores de pH (Tabela 6). Na primeira colheita, o pH médio foi de 3,83, enquanto na segunda colheita, o pH médio foi de 3,67. Ao comparar esses resultados com o estudo de SOUZA et al. (2011), que investigou a qualidade de maçãs da cultivar Fuji, verificou-se que os valores médios de pH encontrados foram de 3,74. Essa semelhança nos resultados sugere que as maçãs das colheitas analisadas apresentaram valores de pH próximos aos encontrados na cultivar Fuji em outros estudos. Esses resultados corroboram a consistência dos valores de pH obtidos, comparando-os com outros estudos.

Os sólidos solúveis (SS) são uma medida da concentração de açúcares solúveis presentes nos frutos. Sua determinação é importante para avaliar a doçura e a qualidade sensorial dos frutos, uma vez que os açúcares solúveis são responsáveis pelo sabor adocicado (DA SILVA FREITAS et al., 2022).

No presente trabalho, os valores de SS foram de 13,9 °Brix na primeira colheita e 14,22 °Brix na segunda colheita, demonstrando aumento da concentração de açúcares no fruto, conforme maior a maturação. Nos estudos de CHAGAS et al. (2012), observa-se uma variação nos valores de sólidos solúveis (SS%) entre as diferentes cultivares avaliadas com valores de SS de 15,2% para a cultivar Condessa, 12,0% para a cultivar Rainha, 13,0 % para a cultivar Imperial Gala e 11,9% para a cultivar Baronesa. Além disso, de acordo com o trabalho de OUROS (2021), as cultivares Gala apresentaram um teor de SS de 12,4 °Brix, Golden Delicious de 12,9 °Brix e Fuji de 14,0 °Brix. Esses dados fornecem uma visão abrangente da variação nos teores de SS em diferentes cultivares de macieira.

Tabela 6 - pH, sólidos solúveis (SS) em °Brix, Acidez titulável (AT) Meq. de ácido málico/100 mL e o Ratio (SS/AT) da cultivar 'Eva Rubi'. UTFPR, Campus Pato Branco, 2023.

Colheita	pH	DP	SS (°Brix)	DP	AT (Meq. de ácido málico/100 mL)	DP	Ratio (SS/AT)	DP
17 de dezembro	3,83	0,66	13,9	0,63	0,92	1,70	15,11	0,088
22 de dezembro	3,67	0,02	14,22	1,57	1,02	0,49	13,94	2,28

Fonte: Autoria própria (2023)

No que diz respeito à acidez titulável, observou-se uma variação nos valores entre as colheitas avaliadas. Na primeira colheita, o valor de acidez titulável foi de 0,92, enquanto na segunda colheita esse valor aumentou para 1,02 (Tabela 6). Essa variação pode ser explicada pela colheita de frutos ainda imaturos na segunda colheita, assim evidenciando a necessidade de se colher os frutos de forma parcelada, sendo colhidos aqueles que apresentam características visuais de maturação, o que garante melhor sabor ao fruto.

Além dos resultados obtidos no presente trabalho, o estudo de CHAGAS et al. (2012) também fornece dados sobre a acidez titulável em diferentes cultivares de macieira. De acordo com esse estudo, foram encontrados valores de 0,3 para a cultivar Condessa, 0,5 para a cultivar Princesa e 0,4 para a cultivar Baronesa. Esses valores mostram diferenças na acidez titulável entre as cultivares avaliadas.

A acidez titulável é um parâmetro importante na avaliação da qualidade dos frutos, pois está relacionada ao sabor ácido dos mesmos. A variação nos valores de acidez titulável pode ser atribuída a diferenças nas características genéticas das cultivares, bem como às condições de cultivo, como temperatura, disponibilidade de nutrientes e práticas de manejo (CHAGAS et al., 2012; DE OLIVEIRA et al., 2014)

A compreensão da acidez titulável é essencial para o setor produtivo, pois influencia diretamente a preferência dos consumidores. Algumas cultivares de macieira são apreciadas por apresentarem maior acidez, o que confere um sabor característico aos frutos. No entanto, é importante encontrar um equilíbrio entre a acidez e a doçura dos frutos para garantir a aceitação pelo mercado consumidor (ROBERTS; SPADAFORA, 2020), o que pode ser observado na relação SS/AT (Ratio).

Para os valores de Ratio, a primeira colheita apresentou um valor de 15,11, enquanto na segunda colheita o valor diminuiu para 13,94 (Tabela 6). Esses resultados podem ser atribuídos a mudanças nas proporções entre os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) das maçãs colhidas.

No trabalho de CHAGAS et al. (2012), foram encontrados valores de 38,2 para a cultivar Condessa, 23,8 para a cultivar Princesa e 30,6 para a cultivar Baronesa. Esses valores são significativamente mais altos em comparação com os obtidos no experimento em questão. Isso indica que as cultivares avaliadas por CHAGAS et al. (2012) apresentaram uma proporção mais elevada de sólidos solúveis totais em

relação à acidez titulável em comparação com as colheitas do experimento, ou seja, frutos mais doces.

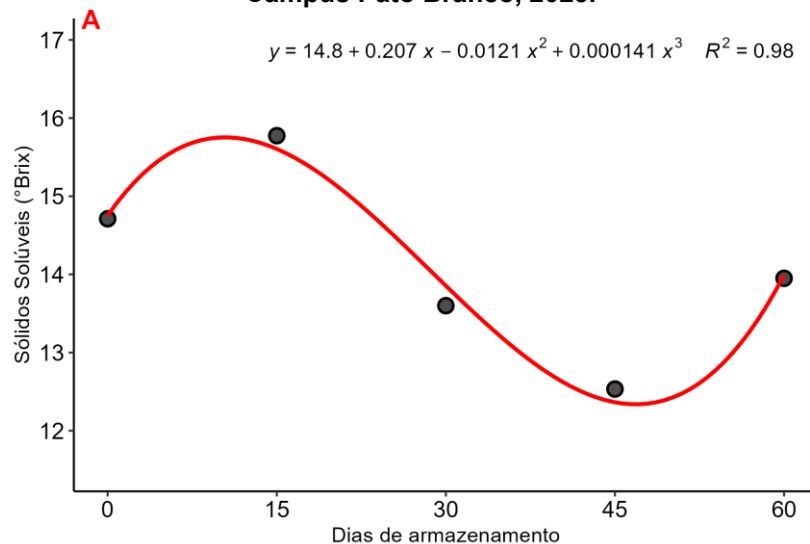
5.5 Avaliações físicas e físico-químicas na pós-colheita de maçãs, ciclo 2020-2021

5.5.1 Eva

Os resultados da cultivar Eva Rubi mostraram um aumento no teor de sólidos solúveis nas amostras durante a primeira quinzena, seguido de um declínio aos 30 e 45 dias (Figura 4). No entanto, aos 60 dias, houve um novo aumento. Esses valores médios estão em consonância com os resultados apresentados por SOARES (2013), que obteve um valor médio de 15,11 e ao observar os valores de sólidos solúveis até os 20 dias de armazenamento de maçãs da cultivar Eva.

O aumento inicial no teor de sólidos solúveis, na primeira quinzena, pode ser explicado pela solubilização de polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis, o que está relacionado ao avanço do amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SOARES, 2013).

Figura 4 - Sólidos solúveis (°Brix) em maçã 'Eva Rubi' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

A acidez titulável das amostras apresentou aumento até segunda quinzena de armazenamento, seguido de um decréscimo subsequente, atingindo os valores mais baixos aos 60 dias (Figura 5). De acordo com SOARES (2013), os frutos da cultivar Eva apresentam valores médios de 0,7 de acidez titulável. Durante o

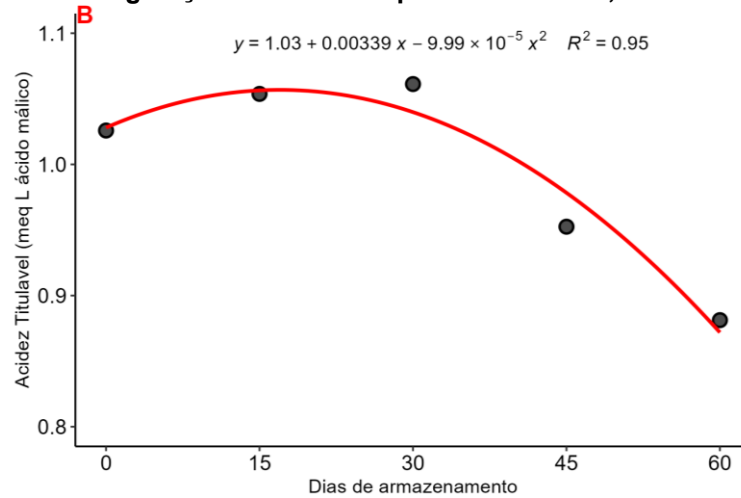
amadurecimento, as frutas tendem a perder rapidamente a acidez, porém, em alguns casos, pode ocorrer um pequeno aumento nos valores à medida que a maturação avança (CHITARRA; CHITARRA, 2005), o que também pode ser observado nas maçãs deste experimento. Um menor consumo dos ácidos orgânicos pode indicar um período prolongado de armazenamento das maçãs orgânicas sem comprometer sua qualidade.

O aumento dos sólidos solúveis nas maçãs durante os primeiros 15 dias de armazenamento pode ser associado ao processo de amadurecimento. À medida que as maçãs amadurecem, ocorre uma conversão de amido em açúcares solúveis, como a frutose e a glicose, que contribuem para o aumento do teor de sólidos solúveis. Além disso, a diminuição da atividade de enzimas relacionadas à quebra de açúcares pode contribuir para o aumento dos níveis de açúcares.

A queda nos sólidos solúveis após 15 dias e sua subsequente diminuição aos 30 e 45 dias de armazenamento podem estar ligadas ao estágio de maturação avançada e ao início da deterioração do fruto. Maçãs continuam a amadurecer após a colheita, mas esse processo pode ser acompanhado por um aumento na degradação de açúcares solúveis, bem como outros compostos orgânicos. Fatores como atividade enzimática, respiração e reações de degradação podem contribuir para essa diminuição. O estresse oxidativo, associado à exposição ao oxigênio durante o armazenamento, também pode afetar negativamente a qualidade dos açúcares e influenciar a diminuição dos °Brix.

O aumento nos sólidos solúveis observado aos 60 dias pode ser resultado da adaptação das maçãs ao ambiente de armazenamento e ao controle das condições de temperatura e umidade. Nesse estágio, as mudanças metabólicas relacionadas ao amadurecimento e à degradação podem ter estabilizado, permitindo que os açúcares solúveis se acumulem novamente.

Figura 5 - Acidez Titulável (meq L ácido málico) em maçã 'Eva Rubi' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



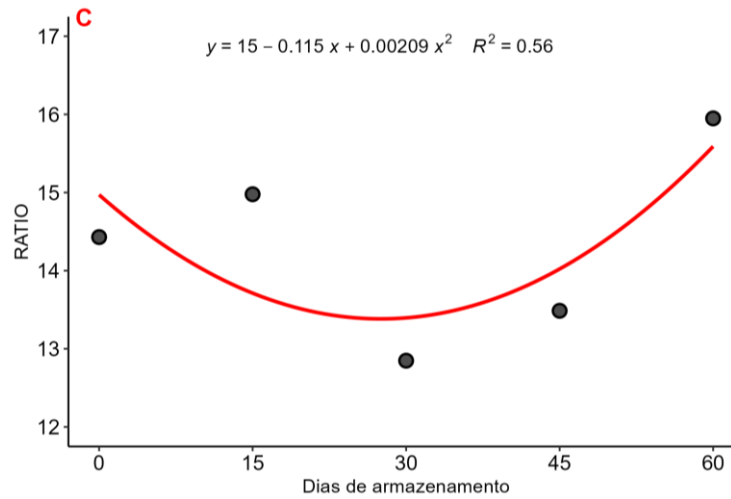
Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados obtidos para o Ratio sugerem que, inicialmente, houve um aumento na proporção de sólidos solúveis em relação à acidez titulável, indicando maior presença de açúcares em comparação aos ácidos orgânicos. Esse aumento pode estar associado ao processo de amadurecimento dos frutos, no qual amido é convertido em açúcares solúveis. No entanto, aos 30 dias, observou-se uma diminuição no valor do RATIO (Figura 6).

Aos 45 dias, o RATIO voltou a aumentar, atingindo seu valor máximo aos 60 dias de armazenamento. Isso é devido a queda proporcionalmente maior da acidez titulável que a degradação dos sólidos solúveis, após os 30 dias de armazenamento, que provocou aumento na concentração de sólidos solúveis em relação à acidez titulável novamente. Esse comportamento pode estar relacionado a mudanças nas reações bioquímicas que ocorrem durante o armazenamento e o amadurecimento do fruto, levando a um aumento nos açúcares solúveis da maçã (SOARES, 2013).

Também em cultivares de Eva, CHAGAS et al. (2012) encontrou Ratio (SS/AT) no valor de 24,3 e afirma que cultivares com ratio inferiores a 20 são mais adequadas para o processamento industrial (sucos e cidras), enquanto que as superiores a este valor são consideradas doces e aptas para o consumo *in natura*.

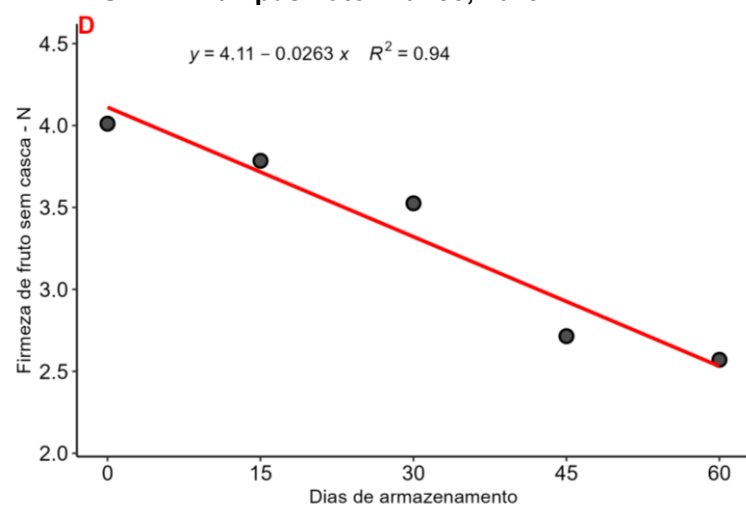
Figura 6 - RATIO em maçã 'Eva Rubi' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

A firmeza dos frutos sem casca decaiu quinzenalmente de forma linear (Figura 13). Já a firmeza dos frutos com casca apresentou estabilidade de firmeza até 30 dias, decaindo de forma gradativa aos 45 e 60 dias (Figura 7). Ao testar a textura da cv. Eva com casca durante diferentes tempos de armazenamento, GARCIA (2022) obteve firmeza de 72,8 N no dia 0 e 55,20 aos 35 dias de avaliação, demonstrando que com o tempo de armazenamento os frutos perdem firmeza.

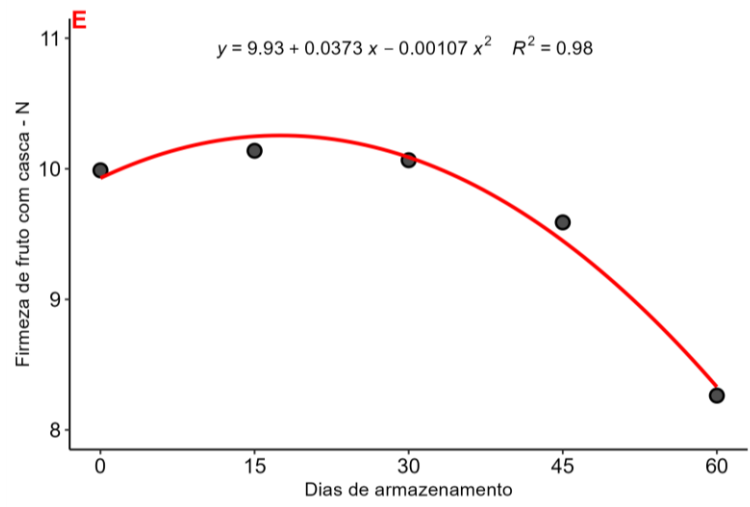
Figura 7 - Firmeza de frutos sem casca em maçã 'Eva Rubi' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023). Valores obtidos em texturômetro com Prob. de 2 mm

Já no trabalho de CHAGAS et al. (2012), foi avaliada a firmeza da polpa da cv. Eva sem casca e os valores médios foram de 51,70 N. Esses autores avaliaram a firmeza de polpa em penetrômetro com ponteira de 8 mm, equipamento distinto do que foi utilizado neste experimento (texturômetro automatizado com Prob. de 2 mm).

Figura 8 - Firmeza de frutos com casca em maçã 'Eva Rubi' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



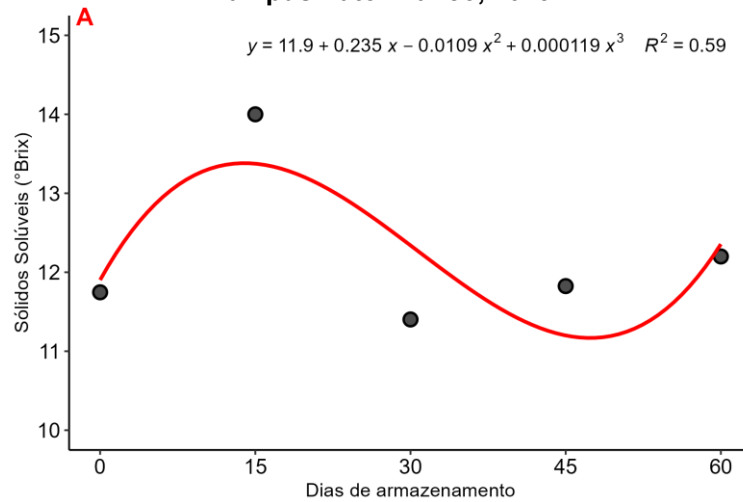
Fonte: Autoria própria (2023). Valores obtidos em texturômetro com Prob. de 2 mm.

Os resultados obtidos nesses estudos corroboram os obtidos nesse estudo pois, uma das principais alterações bioquímicas que ocorrem durante o amadurecimento é a degradação da pectina, o que acarreta perda na firmeza dos frutos (GIONGO et al., 2013). Dessa forma o armazenamento é recomendado até 30 dias sem perda de qualidade dos frutos.

5.5.2 Julieta

O comportamento dos sólidos solúveis na cultivar Julieta foi semelhante ao encontrado na cv. Eva, havendo aumento no °Brix das amostras na primeira quinzena, decaindo aos 30, porém tendo um aumento aos 45 e 60 dias (Figura 9). Nos trabalhos de MOURA et al., (2018) e DE FREITAS et al., (2017) os valores de Sólidos solúveis para a cultivar Julieta também ficaram entre 12 e 14 °Brix, o que mostra que os valores obtidos nesse experimento estão dentro do esperado para a cultivar.

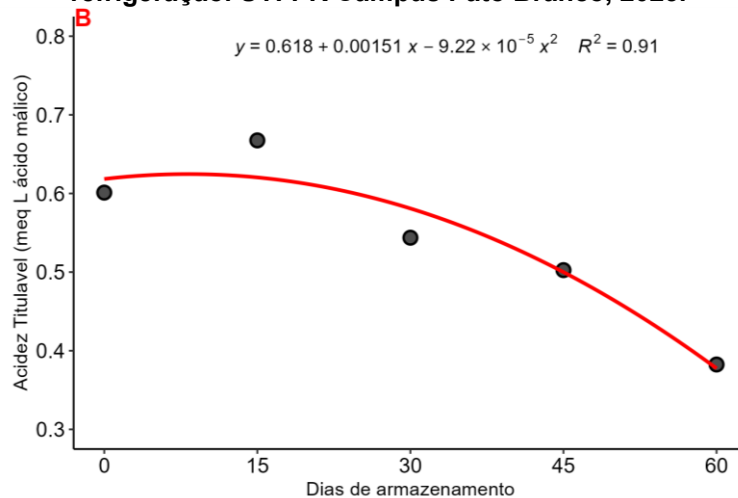
Figura 9 - Sólidos solúveis (°Brix) em maçã 'Julietta' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

A acidez titulável apresentou crescimento na primeira quinzena e decréscimo em seguida até obter os menores valores aos 60 dias de armazenamento (Figura 10). DE FREITAS et al. (2017) encontraram valores médios de 0,51 para acidez titulável na cv. Julietta. A mesma dinâmica na acidez titulável foi encontrada no trabalho de MOURA et al. (2018), que aos 30 dias de armazenamento observou aumento de AT para então decair nas avaliações seguintes. Durante o armazenamento, os frutos continuam respirando e utilizam os ácidos orgânicos, como o ácido málico e o ácido cítrico, que são oxidados para produzir energia na forma de ATP, conseqüentemente, a acidez titulável, que representa a quantidade total de ácidos presentes nos frutos decai (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

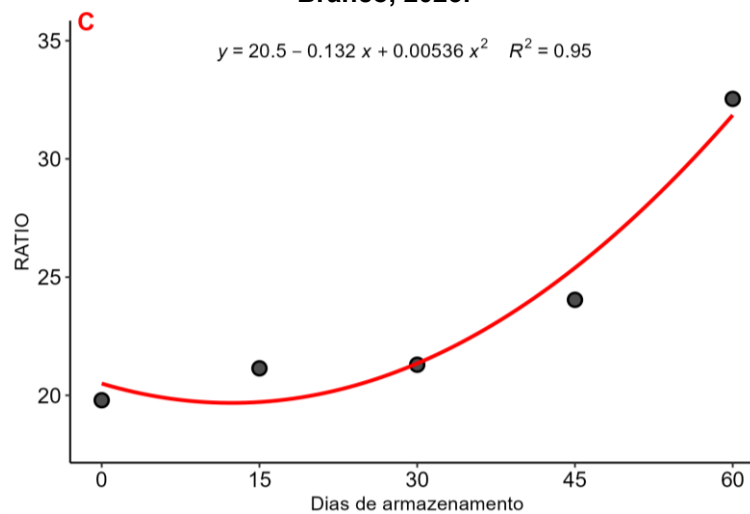
Figura 10 - Acidez titulável (meq L ácido málico) em maçã 'Julietta' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

O RATIO apresentou crescimento quinzenalmente com os maiores valores aos 60 dias de armazenamento (Figura 11). O aumento da relação SS/AT tem forte influência na qualidade de consumo do fruto, pois à medida que ele aumenta, melhora o sabor, tornando o fruto menos ácido e mais doce. MOURA et al. (2018) também observaram crescimento do RATIO com o tempo de armazenamento de 'Julieta'. Já DE FREITAS et al. (2017) encontraram valor médio de 30,20 na relação SS/AT de 'Julieta', em maçãs produzidas em condições semiáridas no Vale do São Francisco.

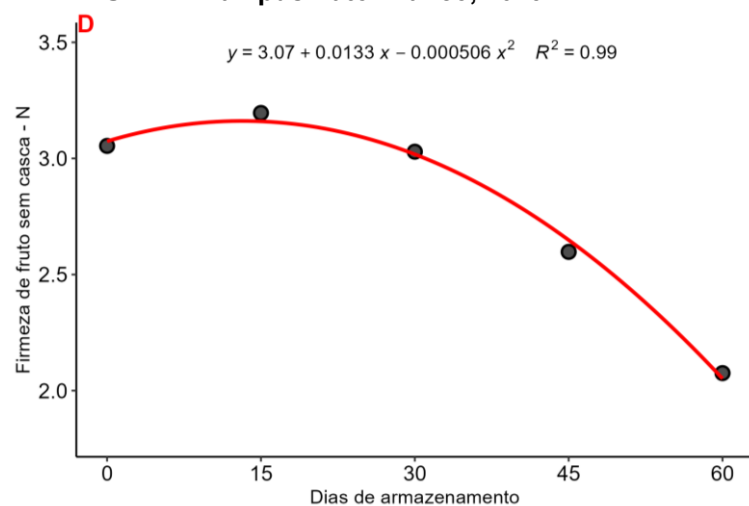
Figura 11 - RATIO em maçã 'Julieta' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

A firmeza dos frutos sem casca praticamente foi invariável até os 30 dias de armazenamento e decaiu nas seguintes com os menores valores apresentados aos 60 dias (Figura 12).

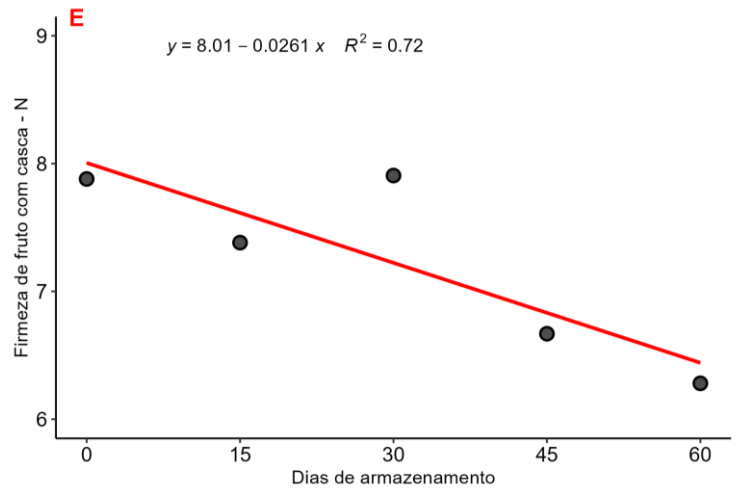
Figura 12 - Firmeza de frutos sem casca em maçã 'Julieta' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023). Valores obtidos em texturômetro com Prob. de 2 mm

A firmeza dos frutos também foi praticamente invariável até os 30 dias de armazenamento, tendo decaimento nas semanas seguintes (Figura 13).

Figura 13 - Firmeza de frutos com casca em maçã 'Julieta' armazenadas em refrigeração. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



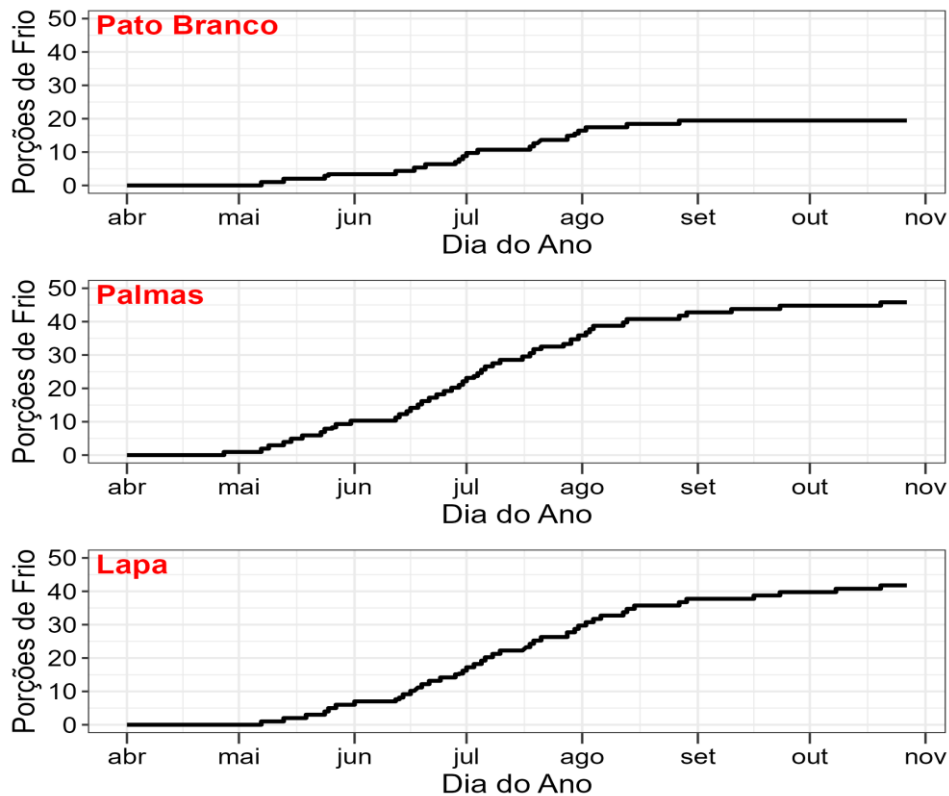
Fonte: Autoria própria (2023). Valores obtidos em texturômetro com Prob. de 2 mm

No trabalho de MOURA et al., (2018) foi observado aumento na firmeza de polpa da cv. Julieta aos 30 dias de armazenamento, com queda aos 60 e 90 dias. À medida que o fruto amadurece, ocorre uma redução nos níveis de ácidos orgânicos, o que pode levar a um enfraquecimento da estrutura celular e à diminuição da firmeza (VIEIRA, 2019).

5.6 Indutores de brotação

Os municípios de Palmas e Lapa apresentaram maior acúmulo de porções de frio em comparação com Pato Branco, que apresentou apenas 19 porções de frio. Em Palmas, houve o acúmulo de frio próximo a 45 porções, enquanto na Lapa foi pouco acima de 40 porções. A partir de meados de junho houve acúmulo crescente de frio, não ocorrendo mais acúmulo a partir do final de agosto em Pato Branco e nas demais regiões a partir da metade de outubro (Figura 14).

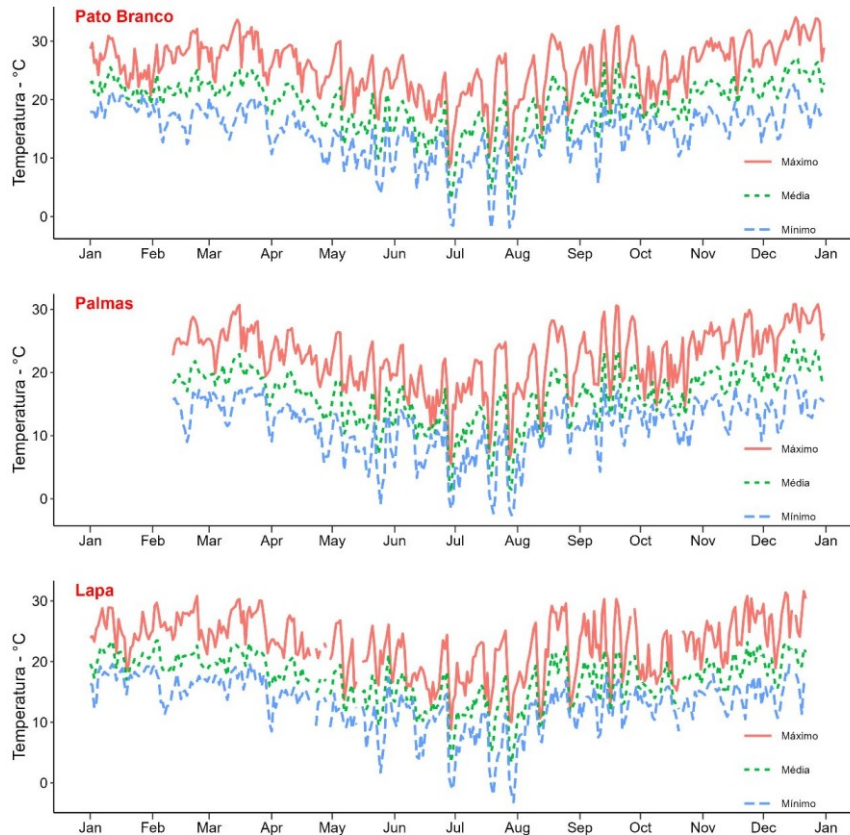
Figura 14 - Acúmulo de porções de frio (FISHMAN et al., 1987) em Pato Branco (A), Palmas (B) e Lapa (C), de abril à outubro de 2021. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: SIMEPAR (2023)

No final de fevereiro, mesmo no verão, a região de Palmas atingiu temperaturas abaixo de 10 °C, sendo essa a menor temperatura entre todos os locais do experimento. Até junho, as temperaturas em Palmas continuaram mais baixas que as demais regiões estudadas. No final de julho e início de agosto as diferentes localidades foram atingidas por temperaturas negativas, subindo gradativamente nos meses seguintes, com alguns picos de resfriamento na primeira quinzena de setembro nos três locais (Figura 15), que não influenciaram na saída da dormência, pois as plantas já estavam em crescimento vegetativo.

Figura 15 - Temperaturas máxima, média e mínima nos locais Pato Branco (A), Palmas (B) e Lapa (C), de janeiro a dezembro de 2021. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: SIMEPAR (2023)

Os produtos químicos foram eficientes apenas no experimento conduzido na Lapa, onde demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos aplicados, enquanto nos experimentos realizados em Palmas e Pato Branco não apresentaram diferenças significativas (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de gemas brotadas da cv. Eva Rubi submetida a diferentes doses de peróxido de hidrogênio, hidrolato de pau d'alho, óleo mineral e Dormex®, na safra de 2021, nos municípios de Lapa, Palmas e Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Tratamento	Brotação (%)		
	Lapa	Palmas	Pato Branco
T1- Testemunha	28,36 b*	37,5 ns**	36,25 ns
T2- H ₂ O ₂ 5%	36,25 ab	23,7	29,17
T3- H ₂ O ₂ 10%	50,11 ab	26,8	36,77
T4- H ₂ O ₂ 15%	50,65 ab	30,0	34,53
T5- H ₂ O ₂ 20%	39,98 ab	30,7	38,96
T6- Hidrolato 5%	40,27 ab	31,4	35,84
T7- Hidrolato 10%	43,65 ab	25,7	30,32
T8- Hidrolato 15%	55,00 a	28,5	32,95
T9- Hidrolato 20%	35,88 ab	29,5	38,21

T10- Óleo Mineral 3%	39,81 ab	---	---
T11- Dormex® 0,5%	47,46 ab	---	---
T12- Dormex®, 0,5% + 3% de óleo mineral	47,56 ab	---	---
Média	42,91	29,31	34,78
CV (%)	18,93	43,32	15,63

*Médias seguidas por letras distintas minúsculas na colunal diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

**ns – não significativo

Na Lapa o tratamento com hidrolato de pau d'alho a 15%, apresentou resultado superior em relação à testemunha, entretanto não foram observadas diferenças quanto os demais tratamentos administrados, bem como não foram observadas diferenças entre a testemunha e os demais tratamentos. Tanto o tratamento com menor concentração de hidrolato de pau d'alho quanto com peróxido de hidrogênio (5%) demonstram eficiência em apresentar resultados similares ao convencional com Dormex®, sendo uma alternativa ao seu uso, resultado similar foi encontrado por MAIA et al. (2013), onde estudando brotações de videiras, observou que o hidrolato de pau d'alho nas doses entre 100 e 150 mL L⁻¹, pode ser uma alternativa para a quebra de dormência. O menor percentual de brotação foi observado na testemunha, porém só diferiu do tratamento hidrolato de pau d'alho 15%, que demonstra entre todos o melhor resultado, sendo promissores mais pesquisas para constatar a eficiência dessa concentração de hidrolato para a superação de dormência de macieiras.

O peróxido de hidrogênio é altamente instável e se decompõe rapidamente em oxigênio e água, sua taxa de decomposição se eleva em altas temperaturas, e o calor gerado promove sua autocatálise. A liberação de calor por essa reação pode acarretar a queima das gemas se a aplicação do produto for feita em horários onde haja sol (BARBOSA MAZZA, 2019).

Para a frutificação efetiva também não foram observados resultados com diferenças significativas para a região de Palmas e Pato Branco (Tabela 8). Os resultados similares a testemunha, para Palmas e Pato Branco, sugerem que as horas de frio nas localidades estudadas foram suficientes para que as gemas florais gerassem boa frutificação efetiva e que ambos os produtos, independente da concentração, não foram fitotóxicos, pois não diferiram da testemunha, que não

recebeu qualquer tratamento. Na Lapa, não foi avaliado dados de frutificação efetiva e produtividade.

Tabela 8 - Frutificação efetiva (número de frutos por número de gemas mistas brotadas) da cv. Eva Rubi, submetida a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d’alho na safra de 2021, nos municípios de Palmas e Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Tratamento	Frutificação efetiva (%)	
	Palmas**	Pato Branco
T1- Testemunha	192ns*	146 ns
T2- H ₂ O ₂ 5%	147	197
T3- H ₂ O ₂ 10%	207	155
T4- H ₂ O ₂ 15%	149	183
T5- H ₂ O ₂ 20%	105	193
T6- Hidrolato 5%	196	134
T7- Hidrolato 10%	153	149
T8- Hidrolato 15%	243	173
T9- Hidrolato 20%	140	198
Média	170,22	169,77
CV (%)	54,71	46,5

*ns – não significativo pelo Teste Tukey ($P \leq 0,05$). ** A contagem em Palmas foi feita aos 34 dias após a aplicação do tratamento, e em Pato Branco em aos 44 dias.

Os produtos testados não tiveram efeito negativo sobre a frutificação efetiva quando comparados com a testemunha, tampouco foi demonstrado potencial em aumentar a frutificação efetiva com a aplicação de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d’alho. Entretanto, alguns trabalhos demonstraram que a aplicação de certos indutores de brotação e em certas doses podem proporcionar efeitos negativos na frutificação efetiva e na brotação (PETRI, 2005; EPAGRI, 2006; DARDE; DE ALMEIDA; MARODIN, 2019). Desse modo, o fato de não prejudicar a frutificação efetiva demonstra que os produtos, nas concentrações utilizadas, não foram fitotóxicos.

A produtividade não foi afetada pela aplicação dos indutores em Pato Branco, não sendo constatadas diferenças significativas entre as diferentes concentrações de indutores e a testemunha durante a safra de 2021 (Tabela 9).

Tabela 9 - Produtividade kg ha⁻¹ da cv. Eva Rubi submetida a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d’alho na safra de 2021, no município de Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Tratamento	Produtividade kg ha ⁻¹
	Pato Branco
T1- Testemunha	30.248 *ns
T2- H ₂ O ₂ 5%	26.1881.92
T3- H ₂ O ₂ 10%	33.493
T4- H ₂ O ₂ 15%	24.425
T5- H ₂ O ₂ 20%	29.544
T6- Hidrolato 5%	28.584
T7- Hidrolato 10%	24.957
T8- Hidrolato 15%	26.950
T9- Hidrolato 20%	31.893
Média	28.476
CV (%)	20,75

*ns - não significativo pelo Teste Tukey ($P \leq 0,05$).

A resposta encontrada no presente estudo não se assemelha a outros trabalhos, em que indutores foram capaz de aumentar ou diminuir a produtividade de algumas cultivares como Daiane, em que ocorreu a diminuição da produtividade quando aplicado 125 mg L⁻¹ tidiazurom + 3.5% óleo mineral e 250 mg L⁻¹ tidiazurom + 5% Ca(NO₃)₂. (DE MARTIN et al. 2017) ou cultivar Fuji Suprema com aumento da produtividade com a aplicação de diferentes doses de Erger[®] combinadas a Ca(NO) (HAWERROTH et al. 2010) e Eva, cuja aplicação de indutor apresentou diferentes respostas em duas safras, com aumento da produtividade em plantas tratadas com Erger[®] em relação à testemunha e na safra seguinte apresentou como resposta a diminuição da produtividade em relação à testemunha (DARDE; DE ALMEIDA; MARODIN, 2019).

Tanto o peróxido de hidrogênio quanto o hidrolato de pau d’alho têm potencial para promover estresse a nível celular nas gemas que gerariam a superação da dormência, mas ainda há poucos estudos que avaliaram o efeito dessas substâncias na produtividade de macieiras (BOTELHO; MÜLLER, 2007). No entanto, os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que, apesar do potencial dessas substâncias, as concentrações aplicadas não foram suficientes para promover diferenças significativas na produtividade.

Outro fator a ser considerado é que a cv. Eva Rubi tem alto percentual de esporões, o que significa que essa cultivar tem menor necessidade de frio para a

superação da dormência das gemas, o que pode ter influenciado nos resultados. Além disso, a quantidade de horas de frio pode ter sido suficiente para a superação da dormência das gemas, o que pode ter reduzido o efeito das substâncias aplicadas.

A cultivar Eva necessita de 100 a 450 horas de frio para superar a dormência, enquanto a maçã IPR Julieta exige acúmulo de 300 a 450 unidade de frio.

Conhecer a cultivar e suas necessidades de frio permite ao produtor compreender a necessidade ou não de aplicar produtos que induzem a brotação, pois o uso desses produtos só demonstrará resultado se a necessidade de frio não for atendida, durante o período hibernar (ANZANELLO; CHRISTO; SARTORI, 2020; ANZANELLO et al.2018; PETRI; PALLADINI; POLA, 2006). No entanto, é necessário ressaltar que a quebra de dormência por meio de produtos químicos só pode ser realizada com eficiência após o acúmulo de aproximadamente 50% da necessidade de frio da cultivar (PETRI et al. 2021).

Os resultados indicam que as diferentes doses de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alto não afetaram significativamente o peso médio dos frutos da cv. Eva Rubi (Tabela 10).

Tabela 70 - Peso médio de fruto (g) e Média de frutos por planta da cv. Eva Rubi submetida a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alto na safra de 2021, no município de Pato Branco – PR. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

Tratamento	Peso médio de frutos em	Média de frutos por
	gramas	planta
Pato Branco		
T1- Testemunha	136 *ns	88,1 *ns
T2- H ₂ O ₂ 5%	120	87,2
T3- H ₂ O ₂ 10%	123	110,0
T4- H ₂ O ₂ 15%	123	79,9
T5- H ₂ O ₂ 20%	128	92,0
T6- Hidrolato 5%	130	88,2
T7- Hidrolato 10%	127	78,4
T8- Hidrolato 15%	123	87,8
T9- Hidrolato 20%	128	99,8
Média	126,44	90,16
CV (%)	1,77	19,37

**ns - não significativo pelo Teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Alguns estudos demonstram que a aplicação de indutores influencia no desenvolvimento de frutos de maneira positiva, agregando peso em relação a plantas

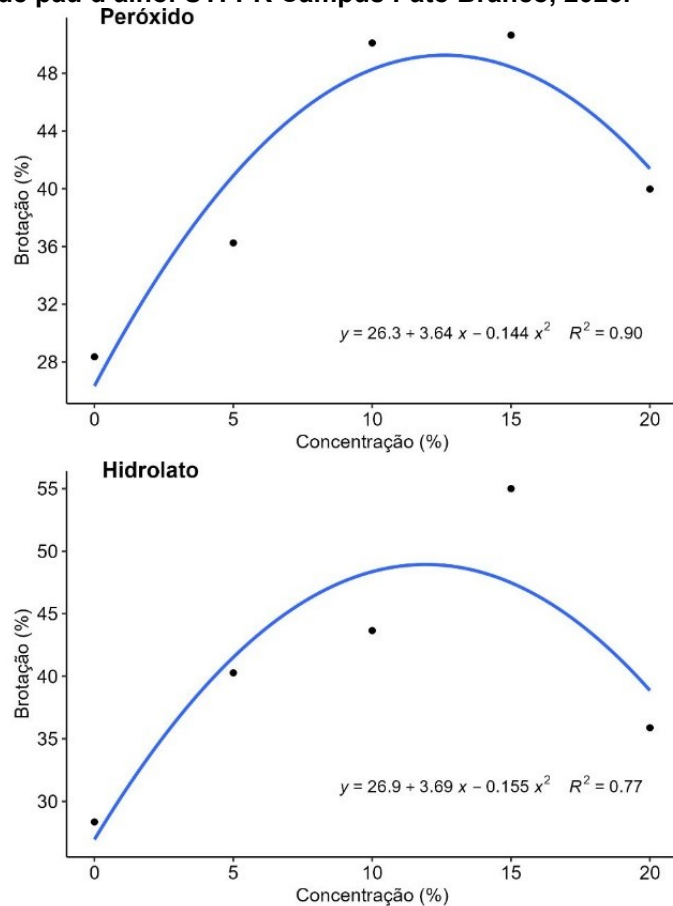
que não são tratadas com Erger[®] (UBER et al., 2017; ABREU et al., 2018). A Eva Rubi em resposta a aplicação de indutor Erger[®] proporcionou frutos de maior tamanho em relação à testemunha (DARDE; DE ALMEIDA; MARODIN, 2019), porém na presente pesquisa os indutores testados não demonstraram potencial em agregar peso aos frutos.

Assim como as demais variáveis analisadas, o número médio de frutos por planta não foi afetado pela aplicação dos tratamentos, não sendo observado diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 11).

A aplicação de hidrolato de alho em macieira Anna demonstrou que diferentes concentrações do produto aumentaram a produção de maçã e seus componentes: frutificação e número de frutos em comparação a plantas que não receberam a aplicação do indutor, em que a máxima alcançada foi com o hidrolato a 15% (RADY et al. 2014)

No cálculo da concentração de máxima eficiência para peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alho na Lapa, obteve-se que a máxima eficiência alcançada na brotação foi de 49% e 48,27% com a aplicação de peróxido de hidrogênio a 12,6% e hidrolato de pau d'alho a 11,9%, respectivamente. Em concentrações superiores a essas ocorreu queda na brotação, conforme a análise de regressão (Figura 16).

Figura 16 - Avaliação polinomial de máxima eficiência de Peróxido de hidrogênio e Hidrolato de pau d'algo. UTFPR Campus Pato Branco, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

Ao estudar a quebra de dormência de videiras com hidrolato de pau d'algo, BOTELHO; MÜLLER (2007) obtiveram resultados semelhantes, cuja a dose de 100 mL L⁻¹ de hidrolato de pau-d'algo atingiu 46,7 % de brotação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo agroecológico do solo, utilizando cobertura verde e fertilizantes licenciados, resultou em melhorias significativas nas condições químicas do solo.

Estratégias sustentáveis, como o uso de óleo de neem, calda sulfocálcica e controle manual, foram eficazes no manejo do pulgão lanígero em pomares de macieiras, oferecendo alternativas viáveis aos inseticidas sintéticos e promovendo um manejo mais equilibrado e amigável ao meio ambiente.

A utilização de cobertura verde foi eficiente no controle de plantas daninhas.

As cultivares 'Eva Rubi' e 'Julieta' demonstraram aptidão para produção orgânica na região sudoeste do Paraná.

Mais estudos são necessários para definir um protocolo eficiente de controle da doença foliar causada por *Marssonina coronaria*.

A colheita dos frutos deve ser feita de forma escalonada, no período ideal de maturação fisiológica, para garantir melhor qualidade, especialmente para consumo imediato.

As maçãs 'Eva' e 'Julieta' podem ser armazenadas em câmara fria, entre zero e 1 °C, por até 30 dias, sem comprometimento significativo na qualidade. Para períodos mais longos, recomenda-se o uso de atmosfera modificada por embalagens ou modificações na câmara de armazenamento. No entanto, as cultivares apresentam diminuição nos valores de textura, indicando que não são adequadas para armazenamento prolongado.

O uso de hidrolato de pau d'alho a 15% resultou em melhora no percentual de brotação nas plantas, sugerindo um potencial de uso como indutor de brotação, mas são necessárias mais pesquisas em outras espécies e condições experimentais para confirmar essa eficácia.

Não foi observado efeito fitotóxico nas dosagens estudadas para peróxido de hidrogênio e hidrolato de pau d'alho.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest biology and technology**, v. 15, n. 3, p. 207-225, 1999.
- ABREU, E. S. et al. Evaluation of the effect of different budbreak promoters on apple trees Eva and Castel Gala in mild winter climate conditions. **Journal of Experimental Agriculture International**, Londres, v. 20, n. 1, p. 1-7, 2018.
- ALMEIDA, G. Q. E. **Tratamentos alternativos na pós-colheita do morango orgânico**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2018.
- ANDRADE, V. D. et al. Retenção de água no solo no feijão-comum em sucessão de difentes adubos verdes. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 933-942, 2021.
- ANESE, R. O.; FRONZA, D. **Fisiologia pós-colheita em fruticultura**. 2015. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2015.
- ANTUNES, G. et al. **Manual técnico da macieira**. 2021.
- ANZANELLO, R. et al. **Métodos biológicos para avaliar a brotação de gemas em macieira para modelagem da dormência**. Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1000912>. Acesso em 10 de abril de 2023.
- ANZANELLO, R. et al. Requisitos de resfriamento e evolução da dormência em botões de videira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 364-371, 2018.
- ANZANELLO, R.; CHRISTO, M. C.; SARTORI, G. B. D. Superação da dormência em macieira: efeito do frio combinado com uso de indutor de brotação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 190-200, 2020.
- ARAÚJO, B. P. et al. **Preparo do solo para plantio de orgânicos**. 2021. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/924>. Acesso em 11 de abril de 2023.
- ARAUJO, L. et al. **Aviso fitossanitário da macieira-Nº 2**. Informe técnico, n. 5, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/infa/article/view/1482>.
- ARAUJO, L. et al. **Aviso fitossanitário-Nº 3-Ciclo 2022/2023**. Informe técnico, n. 10, 2022. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/infa/article/view/1549>. Acesso em 11 de abril de 2023.
- ARIOLI, C. J.; BOUON, M. **Insetos-praga da macieira: reconhecendo os inimigos**. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144632/1/Botton-Inf-Amap-v1-n1-2016.pdf>. Acesso em 11 de abril de 2023.
- BARBOSA MAZZA, V. **Otimização de processo para produção do coagulante sulfato férrico pela oxidação de sulfato ferroso com peróxido de hidrogênio**.

Dissertação - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

BARBOSA, J. P. F. et al. Registro da associação entre afídeos (Hemiptera: Aphididae) e plantas daninhas em cultivo orgânico e convencional de hortaliças. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 9581, 2020.

BARROS, S. S.; SILVA, A.; AGUIARI, I. B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'algo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Brazilian Journal of Botany**, v. 28, p. 727-733, 2005.

BATISTA, G. S. et al. Crescimento inicial do meloeiro em função da aplicação de biofertilizantes no cultivo orgânico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v. 9, n. 2, p. 24-32, 2019.

BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. Fundamentos de controle biológico de insetos-praga. **Natal: IFRN Editora**, 108p 2011.

BETTONI, J. C. et al. Potencial alelopático de plantas de cobertura verde de inverno sobre o crescimento do porta-enxerto VR043-43. **Revista Ceres**, v. 59, p. 136-141, 2012.

BHAT, S. A. et al. Avanços na embalagem de maçã: uma revisão. **Jornal de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p. 1-13, 2022.

BOATE, U. et al. Review on the bio-insecticidal properties of some plant secondary metabolites: types, formulations, modes of action, advantages and limitations. **Asian Journal of Research in Zoology**, v. 3, n. 4, p. 27-60, 2020.

BORTOLUZ, V. R. Acompanhamento do programa de melhoramento genético de maçãs na Província de Talca no Chile. *Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação (Agronomia)*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019.

BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L. Garlic extract as alternative on bud dormant break of apple trees cv. Fuji Kiku. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 37-41, 2007.

BUENO, M. P. et al. Análise da comercialização da cadeia produtiva da maçã brasileira: produção, importação e exportação no período 2015 a 2019. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34061-34078, 2021.

CARDOSO, L. S. et al. Unidades de frio para macieiras na região de Vacaria-RS, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 289-295, 2015.

CARVALHO, F. E. et al. Aclimatação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 416-423, 2011.

CARVALHO, Samira Abreu et al. Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e59011931677-e59011931677, 2022.

CAVALCANTE, L. F. et al. Biofertilizers in horticultural crops. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 4, p. 415-428, 2019.

CHAGAS, E. A. et al. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1764-1769, 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós- Colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, Minas Gerais. 2005

COELHO, B. E. S. et al. Atributos físico-químicos de frutos de 'Pêra' produzidos nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Revista Brasileira do Meio Ambiente*, v. 5, não. 1, 2019.

COSTA, S. M. L.; MELLONI, R.; DOS REIS FERREIRA, G. M. Potencial biotecnológico de microrganismos do solo na olivicultura do Brasil: uma revisão. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 723-747, 2019.

DA SILVA FREITAS, R. V. et al. Avaliação da composição nutricional, caracterização e correlação dos parâmetros de qualidade da polpa do cacau. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e52511326677-e52511326677, 2022.

DARDE, D. C.; DE ALMEIDA, G. K.; MARODIN, G. A. B. Brotação e intensidade de floração pela aplicação de indutores de brotação em macieiras 'Eva'. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1049-1062, 2019.

DE ALMEIDA, M. V.; MEURER, I. R.; MANFRINI, R. M. Homeopatia: uma ferramenta agroecológica. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 20, p. 102-114, 2021.

DE ARAÚJO LEAL, M. L. et al. Efeito dos sistemas de manejo e do uso do solo na população de microrganismos do solo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e21910917966-e21910917966, 2021.

DE ASSIS CARNEIRO, R. S.; VIEIRA, C. R. Produção de mudas de espécies florestais em substrato contendo esterco de aves ou esterco bovino. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 4, p. 386-395, 2020.

DE AZEREDO, C. F. O. et al. Agricultura: uma perspectiva do cultivo sustentável na produção de alimentos orgânicos. *Semana da Diversidade Humana* (ISSN: 2675-1127), v. 4, n. 5, 2021.

DE FREITAS, S. T. et al. Incidência de distúrbios fisiológicos e qualidade pós-colheita de maçãs produzidas no Vale do São Francisco. (2017)

DE LIMA, A. P. F.; RUFATO, A. de R.; RUFATO, L. **Sistemas de condução de macieira**. 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/924054>. Acesso em 11 de abril de 2023.

DE MARTIN, M. S. et al. Quebra da dormência de macieiras 'Daiane' pelo uso do tidiazurom. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 2, p. 81-87, 2017.

DE OLIVEIRA, T. A. et al. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas na cidade de Mossoró, RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 34, 2014.

- DE SOUSA, A. F. et al. Estoque de carbono, cálcio, magnésio, fósforo e potássio em áreas de cultivo orgânico e convencional de hortaliças em Sergipe. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 2, 2020.
- DE SOUSA, I. R. L. et al. Decomposição de espécies utilizadas como adubação verde em sistema agroflorestal experimental, Santarém, Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 50-63, 2018.
- DE SOUZA, J. M. L. et al. **Parâmetros relacionados às alterações físicas, químicas e bioquímicas em pera da cultivar Willians, maçã da cultivar Fuji**. 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1104481>. Acesso em 11 de abril de 2023.
- DENARDI, F.; SPENGLER, M. M. Comportamento da cultivar de macieira fuji (*malus domestica*, borkh.) sobre três diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 630-633, 2001.
- DEQUECH, S. T. B. et al. Histopatologia de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai* e com ovos de *Campoletis flavicincta* (Hym., Ichneumonidae). **Ciência Rural**, v. 37, p. 273-276, 2007.
- DO AMARANTE, C. V. T. et al. Atributos do solo e qualidade de frutos nos sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs no Sul do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 99-109, 2015.
- DOS SANTOS, J. P. Frutíferas hospedeiras de moscas-das-frutas: arrancá-las ou conservá-las?. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 1, p. 5-7, 2022.
- DOS SANTOS, T. T.; VARAVALLO, M. A. Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 32, n. 2, p. 199-212, 2011.
- EILERT, J. B. et al. Comparação fenológica de quatro cultivares de macieira na região de Palmas-PR. **Revista Cultura Agronômica**, v. 26, n. 3, p. 320-329, 2017.
- EINI, N.; JAFARI, S.; FATHIPOUR, Y. The quality assessment of *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae) reared on thorn apple pollen for 40 generations. **Biocontrol Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 211-225, 2023.
- EMERENCIANO NETO, J. V. et al. **Acúmulo de macronutrientes na biomassa de consórcios de leguminosas e milho para adubação verde**. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1125255/1/Acumulo-de-macronutrientes-2020.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2022.
- EPAGRI. **Dormência e indução da brotação da macieira**. A cultura da macieira. 2006.
- FANTE, C. A. et al. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v. 43, p. 2142-2147, 2013.
- FARIA, S. M. et al. **Datas de ocorrência dos estados fenológicos de macieiras e pereiras na região de Beja**. 2004. Disponível em

https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/684/1/Art_%20mac_per_fert_03.pdf. Acesso em 13 de abril de 2023.

FEIDEN, A.; BORSATO, A. V. **Como controlar pragas e doenças em sistemas agroecológicos?**. 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1036637>. Acesso em 13 de abril de 2023.

FENILI, C. L. et al. Comparação de diferentes métodos de somatória de unidades de frio na região de Caçador/SC, Brasil. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 360-370, 2016.

FERREIRA, M. S. T. et al. **Efeito do ensacamento na qualidade do fruto do tomate sob manejo orgânico e convencional**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2013.

FIGUEIREDO, C. C. et al. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 175-179, 2012.

FISHMAN, S.; EREZ, A.; COUVILLON, G. A. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: computer simulation of processes studied under controlled temperatures. **Journal of Theoretical Biology**, v. 126, n. 3, p. 309-321, 1987.

FONSECA, N. et al. Desempenho agrônômico de variedades de mangueira em cultivo orgânico na Chapada Diamantina na Bahia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPMP)**. 2020.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P. Cartilha Sobre Adubação Verde. **Vitória: Incaper**, 2008.

FRANCESCATTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica borkh.*) sob diferentes condições climáticas** – da formação das gemas à colheita dos frutos. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2014.

FREITAS, S.O. **Determinação de Parâmetros de qualidade de Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) e Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) armazenados em diferentes condições durante a maturação**. 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/294854357.pdf>. Acesso em 13 de abril de 2023.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL; FUNDAÇÃO ROSA-LUXEMBURGO. **Atlas do Agronegócio: fatos e números sobre as corporações que controla o que comemos**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2018.

GAO, M. et al. Overexpression of apple Ma12, a mitochondrial pyrophosphatase pump gene, leads to malic acid accumulation and the upregulation of malate dehydrogenase in tomato and apple calli. **Horticulture Research**, v. 9, 2022.

GARCIA, R. D. M. **Ácido salicílico e aminoetoxivinilglicina na conservação refrigerada da maçã cv. Eva sob cultivo orgânico**. Dissertações - Agronomia (Horticultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2022.

GHARGHANIA, A. et al. The role of Iran (Persia) in apple (*Malus × domestica* Borkh.) domestication, evolution and migration via the Silk Trade Route. **Acta Horticulturae**, v. 859, n. 2006, p. 229–236, 2010.

GILIOTTO, R. et al. **Resposta de diferentes porta-enxertos na brotação de gemas de macieiras Fuji Suprema na implantação de pomares sob condições de replantio**. 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1114641>. Acesso em 11 de abril de 2023.

GIONGO, L. et al. Texture profiling of blueberries (*Vaccinium* spp.) during fruit development, ripening and storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, p. 34-39, 2013.

GONÇALVES, G. A. et al. Compatibilidade de estirpes locais de *Bacillus* sp. a fungicidas químicos aplicados no controle de oídio e míldio da videira. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 16., 2022, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 34. 2022.

HATA, F. T. et al. Adubos orgânicos e fertirrigação com esterco aviário fervido para o cultivo de morangueiro. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia**, v. 38, n. 2, p. 342-359, 2021.

HAUAGGE, R. 'IPR julieta', a new early low chill requirement apple cultivar. In: **VIII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics 872**. p. 193-196.2007.

HAUAGGE, R.; TSUNETI, M. IAPAR 75-Eva, IAPAR 76-Anabela e IAPAR 77-Carícia-Novas cultivares de Macieira com baixa necessidade em Frio. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 21, n. 3, p. 239–242, dez. 1999.

HAWERROTH, F. J. et al. **Dormência em frutíferas de clima temperado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado**. 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884602/1/documento310.pdf>. Acesso: 11 de abril de 2023.

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

HAWERROTH, M. C. et al. **Frutificação efetiva e produção de macieiras "baigent" em resposta ao manejo de indução de brotação**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1146212>. Acesso em: 11 de abril de 2023.

HE, L.; SCHUPP, J. Sensing and automation in pruning of apple trees: A review. **Agronomy**, v. 8, n. 10, p. 211, 2018.

HOFFMANN, A. et al. **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/938084>. Acesso em: 12 de abril de 2023.

HORST, R. K. G. In: Field Manual of Diseases on Fruits and Vegetables. Dordrecht: **Springer**, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5974-9_10. Acesso em 13 de abril de 2023.

HOUNGNANDAN, P. et al. Response of *Mucuna pruriens* to symbiotic nitrogen fixation by rhizobia following inoculation in farmers' fields in the derived savanna of Benin. **Biology and fertility of soils**, v. 30, p. 558-565, 2000.

IAPAR. **ATLAS CLIMÁTICO DO ESTADO DO PARANÁ**. Londrina, PR, 2019.

IBGE. **Produtividade de macieiras em 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/br>. Acesso em 1 de abril de 2023.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Panorama da produção acadêmica sobre alimentação escolar e agricultura familiar no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10622>. Acesso em 12 de abril de 2023.

KACHO, N. F. et al. Comparative effect of synthetic and botanical insecticide against woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausamann) on apple in cold arid zone of Kargil, Ladakh, India. **Journal of Entomology and Zoology Studies**. 2020.

KAI, T.; ADHIKARI, D. Effect of organic and chemical fertilizer application on apple nutrient content and orchard soil condition. **Agriculture**, v. 11, n. 4, p. 340, 2021.

KAI, T.; KUBO, M. Chemical and biological properties of apple orchard soils under natural, organic, hybrid, and conventional farming methods. **Journal of Agricultural Chemistry and Environment**, v. 9, n. 3, p. 134-146, 2020.

KOVALESKI, A. **Manejo de *Grapholita molesta* através do uso de feromônio sexual sintético**. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124840>. Acesso em 11 de abril de 2023.

KURIAN, A. J. et al. Organic Cultivation of Vegetable Crops. In: Organic Crop Production Management. **Apple Academic Press**, 2023. p. 221-242.

KURODA, H.; SUGIURA, T.; ITO, D. Changes in hydrogen peroxide content in flower buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) in relation to breaking of endodormancy. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 71, n. 5, p. 610-616, 2002.

KVITSCHAL, M. V. et al. (2015). **Cultivares de macieira e a diversificação da pomicultura brasileira**: resultados do programa de melhoramento genético de macieira da EPAGRI. 2015.

LANDAU, E. C. et al. **Variação geográfica do uso de agricultura orgânica**. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1122737/1/Cap53-AgriculturaOrganica.pdf>. Acesso em 11 de abril de 2023.

LANDAU, E. C.; DA SILVA, G. A. **Evolução da produção de maçã (*Malus x domestica*, Rosaceae)**. 2020. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1122681/1/Cap28-EvolucaoProducaoMaca.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2023.

LANG, G.A. et al. Endodormancy, Paradormancy, and Ecodormancy - Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research. **Hortscience**, v. 22, p. 371-377, 1987.

LANGE JUNIOR, H. et al. Poda de desponte e uso de biofertilizante no crescimento de Nogueiras-Pecã. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, 2020.

LI, C. et al. Degradation, migration, and removal of trichlorfon on harvested apples during storage at room temperature. **Food Chemistry**, v. 381, p. 132243, 2022

LOPES, P. R. C. et al. **Caracterização dos órgãos estruturas de frutificação de macieiras reprodutores florais de diferentes no semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), [s. l.], p. 71–80, 2019.

Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1115073/1/CARACTERIZACAODOSORGAOSFLORAIS2019.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2023.

LOPES, PRC et al. **Cultivo da Macieira" Princesa" na Serra da Ibiapaba, Ceará**. 2016. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1051440>. Acesso em 20 de janeiro de 2023.

MACEDO, B. M. P. et al. **Alternativas para indução da brotação em fruteiras de clima temperado**. p. 1-388–416, 2019. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/336034234_ALTERNATIVAS_PARA_INDUCAO_DA_BROTACAO_EM_FRUTEIRAS_DE_CLIMA_TEMPERADO. Acesso em 12 de junho de 2023.

MAGRIN, F. P. et al. Índices de maturação para o ponto ideal de colheita de maçãs 'SCS425 Luiza'. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, n. 3, p. 55-60, 2017.

MAGRO, M. **Evolução da Maturação de Maçãs 'Maxi Gala' através de Método Não Destrutivo de Análise de Frutos**. 2017. Tese de Doutorado - Universidade do Estado de Santa Catarina.

MAIA, A. J. et al. Quebra de dormência de videiras cv. Benitaka com o uso de hidrolato de pau-d'alho (*Gallesia integrifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 685-694, 2013.

MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; HAWERROTH, F. J. Umidade ponderal em tecidos de pereira durante o período de dormência sob condições de inverno ameno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1006-1012, 2011.

MARTINS, D.; DE MARCHI, S. R.; MARQUES, R. F. Biologia e manejo de plantas daninhas em pastagens no Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 459-482, 2022.

MATHEIS, H. A. S. M.; DE AZEVEDO, F. A.; FILHO, R. V. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Citrus Research & Technology**, v. 27, n. 1, p. 0-0, 2020.

- MATHEIS, H. A. S. M.; AZEVEDO, F. A.; FILHO, R. V. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citrus. **Laranja**, v. 27, n. 1, p. 101-110, 2006.
- MATT, J. M. **Avaliação da viabilidade financeira de um pomar de maçã em cultivo orgânico na cidade de Pato Branco: cultivares eva rubi e julieta**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021.
- MAUTA, D. de S. et al. **Uso de indutores de brotação em macieiras EVA cultivadas em condição de Clima Tropical**. [s. l.], 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1024619/1/mautaxivenfrutep86jul2015hawerroth0001.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2023.
- MEINERZ, A. et al. quebra de dormência e seu efeito no mosto de uvas 'cabernet sauvignon' em Dom Pedrito-RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2015.
- MONTEIRO, L. B.; SOUZA, A.; PASTORI, P. L. Comparação econômica entre controle biológico e químico para o manejo de ácaro-vermelho em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 514-517, 2006.
- MOROTA, F. K. et al. Manejo de plantas daninhas em frutíferas tropicais: abacaxizeiro, bananeira, coqueiro, mamoeiro e maracujazeiro. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 1, 2020.
- MOURA, N. R. et al. **Qualidade físico-química de maçãs produzidas no Semiárido brasileiro e armazenadas em ambiente refrigerado**. 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1098503/1/Nadiane1.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2023.
- NASCIMENTO, J. S. et al. Bioprotetores para fins de apoio ao processo de transição agroecológica na agricultura familiar na Região Sudeste de Mato Grosso do Sul-Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1, 2014.
- NAVA, G. et al. **Fertilidade do solo e nutrição na Produção Integrada de Maçã**. 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/537742>. Acesso em 12 de junho de 2023.
- NAVA, G.; NACHTIGALL, G. R. **Manejo do solo visando produtividade e qualidade em macieiras-Parte II**. 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1067527>. Acesso em: 12 de maio de 2023.
- NEILSEN, G. et al. Suitable orchard floor management strategies in organic apple orchards that augment soil organic matter and maintain tree performance. **Plant and soil**, v. 378, p. 325-335, 2014.
- NIRUPMA, S. et al. Development of Marssonina blotch (Marssonina coronaria) in different genotypes of apple. **Indian Phytopathology**, v. 64, n. 4, p. 358-362, 2011.
- OBREGÃO, A. M.; DA SILVEIRA, T. R.; BOEMO, L. Avaliação de esterco ovino como adubo orgânico na produção de mudas de alface (Lactuca sativa). **Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica**, 2022.

OR, E. et al. Dormancy in grape buds: isolation and characterization of cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release. **Plant Science**, Limerick, v. 162, p. 121-130, 2002.

OUROS, L. F. **Produção e análise físico química de sidras e farinhas de diferentes cultivares de maçã**. 2021. Dissertação. Agronomia (Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2021.

PAIM, L. S. et al. **Budbreaker® associado a óleo mineral na indução da brotação de macieiras' baigent'sob tela antigranizo no sul do Brasil**. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1115662>. Acesso em 11 de abril de 2023.

PEÑALVER-CRUZ, A.; ALVAREZ, D.; LAVANDERO, B. Do hedgerows influence the natural biological control of woolly apple aphids in orchards?. **Journal of Pest Science**, v. 93, n. 1, p. 219-234, 2020.

PERTILLE, R. H. et al. High-chilling requirement apple cultivar has more accentuated acrotony than low-chilling one in mild winter region. **Trees**, v. 35, p. 1135-1150, 2021.

PETRI, J. L. Alternativas para a quebra de dormência em fruteiras de clima temperado. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO**, 8. Friaburgo. Anais... Caçador: Epagri, p. 269-275, 2005.

PETRI, J. L. et al. Avanços na Cultura da Macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 048–056, 2011.

PETRI, J. L. et al. **Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado**. Epagri. Boletim Técnico, 192, 2021.

PETRI, J. L.; SEZERINO, A. A.; FENILI, C. L. Reaplicação de indutores de brotação na macieira cv. Fuji suprema. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, 2021.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A.C. **Dormência e indução a brotação em macieira**. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis. EPAGRI. Boletim Técnico, 75p. 261-297, 2006.

PIMENTEL, M. S. et al. Bioindicators of soil quality in coffee organic cultivation systems. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 545-552, 2011.

PIROVANI, V. D. et al. Manejo de Pragas para Cultura do Morangueiro: Sem Resíduo de Agrotóxicos. *Núcleo*, v. 23, n. 01, p. **Luminária**, v. 23; n. 01; 2021.

PRANGE, R. K.; WRIGHT, A. H. A Review of Storage Temperature Recommendations for Apples and Pears. **Foods**, v. 12, n. 3, p. 466, 2023.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Efeito da intensidade do frio no tempo e percentagem de gemas brotadas em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 199-202, 2003.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2019.

RADY, M M.; EL-YAZAL, M. A. S. Garlic extract as a novel strategy to hasten dormancy release in buds of 'Anna' apple trees. **South African Journal of Botany**, v. 92, p. 105-111, 2014.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. **Manual de moscas-das-frutas: medidas para o controle sustentável**. 2021. Disponível em: <tp://repositoriobiologico.com.br//jspui/handle/123456789/733>. Acesso em 11 de abril de 2023.

RAGOZO, C. R. A.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A.. Nutritional balance and yield for green manure orange trees. **Ciência Rural**, v. 44, p. 616-621, 2014.

RAIMUNDO, K. F. et al. Chemical composition of garlic wood ('*Gallesia integrifolia*') (Phytolaccaceae) volatile compounds and their activity on cattle tick. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 8, 2017.

RICI, T. et al. **Avaliação de frutos de banana 'BRS Princesa' colhidos em diferentes épocas e armazenados sob refrigeração**. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1134360/1/p57.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2023.

ROBERTS, G.; SPADAFORA, N. D. Analysis of apple flavours: The use of volatile organic compounds to address cultivar differences and the correlation between consumer appreciation and aroma Profiling. **Journal of Food Quality**, 2020.

RUFATO, A. de R. **O raleio químico de floração e pós-floração na cultura da macieira**. 2022. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1148137>. Acesso em: 11 de abril de 2023.

SAEI, A. et al. Cropping effects on the loss of apple fruit firmness during storage: The relationship between texture retention and fruit dry matter concentration. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 1, p. 256-265, 2011.

SANTANA, W. D. S. et al. Atrativos alimentares utilizados no manejo de moscas-das-frutas: uma revisão. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, 2019.

SANTOS, N. C. **Incertezas na determinação de propriedades termofísicas de maçãs durante o resfriamento**. 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/12666>. Acesso em 11 de abril de 2023.

SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. M. Preparo e utilização de caldas nutricionais e protetoras de plantas. 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/745636/1/cart49806.pdf>. Acesso em 11 de abril de 2023.

SHIVAKUMAR, B. S. et al. Effect of organic cultivation of papaya on yield, economics and soil nutrient status. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 25, n. 4, p. 488-492, 2012.

SILVA, A. G. B. et al. Desempenho agrônômico de mucuna verde em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 603-608, 2011.

- SILVA, B. M. S.; COUTINHO, P. S. Biomonitoramento toxicogenético do estrato aquoso de *Azadirachta indica* A. Juss (NEEM) em células meristemáticas de *Allium cepa* L. 2023. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2782>. Acesso em 11 de abril de 2023.
- SIMÕES, O. et al. The portuguese consumers acceptance of regional apple varieties. In: **Actas do ALTER 2006-III Congreso Internacional de la Red Sial Alimentacion y Territorios**. 2006.
- SOARES, L. P. R. **Conservação frigorificada da maçã 'Eva' orgânica com aplicação de cloreto de cálcio**. 2013. Dissertação. Agronomia (Horticultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2013.
- SOUSA, A. et al. Diagnóstico dos problemas fitossanitários na agricultura de base ecológica no Distrito Federal e entorno. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.
- SOUSA, V. A. **Práticas pedagógicas no ensino de controle biológico de insetos-praga em sistemas agroecológicos**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2020.
- SOUZA, F. P.; CASTILHO, T. P. R.; MACEDO, L. O. B. Um marco institucional para os bioinsumos na agricultura brasileira baseado na economia ecológica. **Sustain Debate Brasília**, v. 13, n. 1, p. 266-285, 2022.
- STROKA, M. A. et al. Effect of anti-hail nets with different colors on 'Eva' apple trees agronomical responses. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n 3, 2021.
- THAKUR, N. et al. Drivers for the behavioural receptiveness and non-receptiveness of farmers towards organic cultivation system. *Journal of King Saud University-Science*, v. 34, n. 5, p. 102107, 2022.
- TROMBETTA, L. J. et al. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43996-44005, 2020.
- UBER, S. C. et al. Eficiência do erger® como indutor de brotação em alternativa a cianamida hidrogenada. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega**, Bagé, v. 14, n. 1, p. 1451-1466, 2017.
- VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BARTNICK, V. A. Uso do *Trichoderma* na cultura da maçã. In: *Trichoderma*. Capítulo 23 "Uso do *Trichoderma* na cultura da maçã". p. 471. 2019.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. et al. **Manual de identificação e controle de doenças, pragas e desequilíbrios nutricionais da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; MEYER, G. A.; BARTNICKI, V. A. Determinação do início da proteção das macieiras' Fuji'para racionalização do controle químico de *Diplocarpon mali*. **Summa Phytopathologica**, v. 40, p. 182-184, 2014.

VIEIRA, E. L. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças**. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas–CCAAB. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia–UFRB.

WANG, N. et al. *Malus sieversii*: the origin, flavonoid synthesis mechanism, and breeding of red-skinned and red-fleshed apples. **Horticulture Research**, v. 5, n. 1, 2018.

WATPADE, S. et al. Management of premature leaf fall (*Marssonina coronaria*) of apple with new generation fungicides in the North-Western Himalayan Region of India. **Journal of Phytopathology**, v. 169, n. 11-12, p. 724-732, 2021.

WILLER, H.; SCHLATTER, B.; TRÁVNÍČEK, J. **The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2023**. Disponível em: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2023/contents/download.html>. Acesso em 11 de abril de 2023.

WÖHNER, T.; EMERIEWEN, O. F. Apple blotch disease (*Marssonina coronaria* (Ellis & Davis) Davis)–review and research prospects. **European journal of plant pathology**, v. 153, n. 3, p. 657-669, 2019.

APÊNDICE A – MICRORGANISMOS EFICIENTES

Microrganismos Eficientes - Como Coletar, Produzir e Usar na Agricultura?

- Cozinhar cerca de 700 gramas de arroz sem adicionar sal.
- Coloque o arroz cozido em uma bandeja de plástico, madeira ou calhas de bambu.
- Cubra a bandeja com uma tela fina para protegê-la.
- Coloque a bandeja com o arroz e a tela na borda de uma mata virgem para capturar microrganismos.
- Antes de posicionar a bandeja, afaste a matéria orgânica (serrapilheira) do local. Após colocar a bandeja, a matéria orgânica deve cobrir a bandeja sobre a tela.
- Após 10 a 15 dias, os microrganismos estarão capturados e desenvolvidos.
- Distribua o arroz colorido em aproximadamente 5 garrafas de plástico de 2 litros.
- Coloque 200 mL de melação em cada garrafa.
- Complete as garrafas com água limpa (sem cloro) ou água de arroz.
- Feche as garrafas e deixe-as em um local sombreado por 10 a 20 dias. Libere o gás acumulado nas garrafas abrindo a tampa a cada dois dias.
- Recoloque a tampa e aperte as garrafas pelos lados para remover o ar que ficou dentro delas (a fermentação deve ser anaeróbica, ou seja, sem a presença de oxigênio). Aperte bem a tampa.
- O EM está pronto. Neste momento, não ocorrerá mais produção de gás dentro das garrafas.

O EM tem coloração alaranjada. Pode ser mais clara ou mais escura, o que depende da matéria-prima, não implicando, porém, na qualidade do produto. O cheiro é doce agradável. No caso de haver mau cheiro, o EM não deve ser usado. Pode ser armazenado por até 1 ano.

Observações:

A água tratada com cloro (água de rua, água de cidade) deve ser previamente colocada em recipiente destampado. Somente após 24 horas a água poderá ser usada. Isso porque o cloro mata os microrganismos. A água de mina é usada diretamente.

O melado (pode ser substituído por caldo de cana) é alimento dos microrganismos. Por isso faz crescer a comunidade microbiana ativa que pelas reações de fermentação, produzem ácidos orgânicos, hormônios vegetais

(giberelinas, auxinas e citocinina), além de vitaminas, antibióticos e polissacarídeos, enriquecendo a solução.

APÊNDICE B – PREPARADO DE URTIGÃO

Macerado de urtigão

Ingredientes:

500g de folhas de urtiga frescas

10 litros de água

Colheita das Folhas de Urtiga:

Comece colhendo cerca de 500g de folhas de urtiga frescas.

Preparação da Solução:

Adicione as folhas de urtiga em um recipiente grande o suficiente para comportar os 10 litros de água. Despeje a água sobre as folhas, garantindo que todas estejam submersas.

Período de Repouso:

Deixe a solução em repouso por um período de 2 a 15 dias. Durante esse tempo, ocorrerá um processo de fermentação.

Filtragem:

Após o período de repouso, coe a solução para remover as folhas de urtiga. Use uma peneira fina ou um pedaço de tecido para filtrar a calda, certificando-se de que não restem fragmentos sólidos.

Completando a Calda:

A solução filtrada será concentrada, portanto, adicione água para diluí-la até atingir um volume total de 15 litros. Isso garantirá que a calda seja adequada para a aplicação nas plantas.

Tabela XX - ANOVA para avaliação de °Brix (sólidos solúveis), AT (acidez Titulável), Ratio (SS/AT), pH, FSC (Firmeza média de frutos sem casca), FCC (Firmeza média de frutos com casca) e PMF (Peso médio de frutos). UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

(continua)

	Brix	AT	Ratio	pH
CVF Eva Rubi				
<i>p value</i>	< 0,001	0,0052	0,076	0,0068
Média	14,450	1,012	14,389	3,698
CV(%)	5,88	7,7	11,22	1,94
IPR Julieta				
<i>p value</i>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Média	11,950	0,5743	21,5184	4,0074
CV(%)	4,21	12,66	13,22	1,9

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela XX - ANOVA para avaliação de °Brix (sólidos solúveis), AT (acidez Titulável), Ratio (SS/AT), pH, FSC (Firmeza média de frutos sem casca), FCC (Firmeza média de frutos com casca) e PMF (Peso médio de frutos). UTFPR Campus Pato Branco, 2023.

(conclusão)

	FSC	FCC	PMF
CVF Eva Rubi			
<i>p value</i>	< 0,001	< 0,001	0,4583
Média	3,711	9,823	129,76

CV(%)	8,9	4,54	1,33
		IPR Julieta	
<i>p value</i>	0,0049	0,0028	0,4653
Média	2,9393	7,5944	112,345
CV(%)	16,58	5,75	13,43

Fonte: Autoria própria (2023)