



**Politécnico
Castelo Branco**

Escola Superior Agrária

Tratamentos Alternativos em Pós-Colheita de Maçã

João Paulo Farinha Dias

Orientadores

Professor Coordenador João Pedro Luz

Professora Adjunta Catarina Gavinhos

Dissertação apresentado à Escola Superior Agraria do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agronómica, realizada sob a orientação científica dos Professores João Pedro Luz e Catarina Gavinhos, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Outubro de 2025

Composição do júri

Presidente do júri

Professor adjunto Paulo Alexandre Justo Fernandez

Vogais

Orientador, Professor Doutor João Pedro Martins Luz

Professor coordenador da Escola Superior Agraria de Castelo Branco

Arguente, Professora Doutora Maria Paula Albuquerque Simões

Professora adjunta da Escola Superior Agraria de Castelo Branco

Dedicatória

À minha família

Agradecimentos

À Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, que me acolheu durante todos estes anos, e a todos os docentes que contribuíram para a minha formação académica, profissional e pessoal.

Um agradecimento especial ao Professor João Pedro Luz, sobretudo pela amizade, pela partilha de conhecimentos, e pela orientação do Projeto Final do Mestrado em Engenharia Agronómica.

À Professora Catarina Gavinhos, na qualidade de orientadora deste Projeto Final, particularmente nas questões estatísticas.

À família Fêo e Torres e restante administração da empresa O melro, por fazerem parte do meu percurso profissional e permitirem a realização a realização deste trabalho.

Aos colegas de trabalho, em especial ao Ruben e á Patricia pelo companheirismo e apoio na realização deste projeto final.

Aos meus familiares, por todo o carinho, força, apoio e confiança.

Aos meus colegas de mestrado pela amizade e companheirismo ao longo destes anos.

Por último, a todos aqueles que, embora aqui não mencionados, de alguma forma, contribuíram para a minha formação académica, pessoal e profissional, o meu muito obrigada.

Resumo

A maçã é um fruto largamente produzido e consumido em grande parte do mundo, assumindo uma importância relevante a nível económico e social em muitas regiões agrícolas, sendo parte integrante da dieta alimentar de uma larga maioria da população mundial.

Apesar dos avanços tecnológicos, a cadeia produtiva continua a ter perdas muito significativas por diversos fatores. Os diversos agentes patogénicos têm um papel preponderante nessas quebras de produção e consequentemente na desvalorização da cadeia de valor. A utilização de produtos fitofarmacêuticos no pós-colheita associada a condições eficientes de produção e conservação, tem permitido uma redução muito significativa das perdas que se verificam na ausência destas condições, mas devido ao seu impacto em vários âmbitos, tem-se procurado soluções alternativas à sua utilização.

O presente trabalho consistiu na comparação da aplicação de três tratamentos, em maçãs da cultivar Royal Gala do clone Brookfield® em pós-colheita, para combate a diversos agentes patogénicos. Os frutos foram tratados no equipamento *drencher*, através de um sistema de chuva sobre os frutos durante quarenta segundos, com uma solução de fludioxonil (SC) a 0,25%, ácido acético (AC) a 4 mg.L⁻¹, bicarbonato de potássio (BP) a 2% e uma testemunha (TT) não tratada. Posteriormente, os frutos foram conservados em atmosfera controlada dinâmica por seis meses mais quatro semanas em atmosfera normal. A avaliação da aplicação baseou-se na quantificação do peso de fruta rejeitada e pela quebra de peso dos frutos ao longo do processo de conservação e seleção, de acordo com as especificações da empresa.

Verificou-se que a quebra de peso por desidratação (QuebraPeso_1) é semelhante entre os tratamentos e a testemunha. As perdas por agentes bióticos (QuebraPeso_2) foram menores nos frutos tratados com fludioxonil com 0,11%, mas pelo contrário o ácido acético apresenta o valor mais elevado, com 1,17% de quebras. Também o bicarbonato apresenta um valor interessante no combate aos agentes patogénicos pelo registo de 0,6% de quebras. Relativamente aos acidentes fisiológicos, o fludioxonil apresenta o pior desempenho com 2,1% e em sentido oposto o ácido acético apresenta as quebras mais pequenas, pelo que a realização dos tratamentos pós-colheita pode em parte potenciar o aparecimento de acidentes fisiológicos.

A comparação dos quatro tratamentos, em relação às quebras durante o período de conservação (QuebraPeso_Cn) e às quebras de peso face à colheita (QuebraPeso_Total), não apresentou diferenças estatísticas significativas, permitindo concluir que as condições de produção, conservação e manuseamento dos frutos tem um papel fundamental na redução das quebras de fruta dentro das centrais fruteiras

Palavras-chave: fludioxonil; ácido acético; bicarbonato de potássio; doenças de conservação.

Abstract

The apple is a fruit widely produced and consumed in much of the world, assuming relevant economic and social importance in many agricultural regions, being an integral part of the diet of a large majority of the world's population.

Despite technological advances, the production chain continues to experience very significant losses due to several factors, where the various pathogens play a preponderant role in these production losses and consequently in the devaluation of the value chain. The use of plant protection products in post-harvest, associated with efficient growing and conservation conditions, has allowed a very significant reduction in losses that occur in the absence of these conditions. However, due to their impact in various areas, alternative solutions have been sought.

The present work consisted of comparing the application of three treatments to apples of the Royal Gala cultivar of the 'Brookfield®' clone to control various pathogens in post-harvest. The fruits were treated in the drencher equipment, using a shower for forty seconds on the fruits, with a solution of fludioxonil (SC) at 0.25%, acetic acid (AC) at 4 mg.L⁻¹, potassium bicarbonate (BP) at 2%, an untreated control (TT), and subsequently stored in a dynamic controlled atmosphere for six months plus four weeks in a normal atmosphere. The evaluation of the application was based on the quantification in kilograms of rejected fruit and loss of fruit weight throughout the conservation and selection process, in accordance with the company's specifications.

It was found that the dehydration (QuebraPeso_1) of the fruits was similar in the control and treatments, regardless of the substance applied. In relation to losses due to biotic agents (QuebraPeso_2), they were lower in fruits treated with fludioxonil with 0.11% losses, compared to acetic acid with 1.17% breaks. Bicarbonate also has an interesting value in controlling pathogens by recording 0.6% of breaks. In relation to physiological accidents, fludioxonil presents the worst performance with 2.1% and in the opposite direction the acetic acid presents the smallest breaks. Therefore, carrying out post-harvest treatments can partly increase physiological disorders.

The comparison of the four treatments, in relation to the losses during conservation (QuebraPeso_Cn) and the losses in weight during harvest (QuebraPeso_Total), do not present statistically significant differences, allowing us to conclude that the conditions of production and conservation of the fruits play a fundamental role in the reduction of fruit breaks within fruit packing houses.

Keywords: fludioxonil; acetic acid; potassium bicarbonate; postharvest diseases.

Índice

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Introdução | 1 |
| 2. | A cultivar Royal Gala | 4 |
| 3. | Doenças de conservação e agentes patogénicos | 5 |
| 3.1 | <i>Penicillium expansum</i> | 6 |
| 3.2 | <i>Botrytis cinerea</i> | 7 |
| 3.3 | <i>Alternaria spp.</i> | 7 |
| 3.4 | <i>Rhizopus stolonifer</i> | 7 |
| 3.5 | <i>Colletotrichum spp.</i> | 7 |
| 3.6 | <i>Venturia inaequalis</i> | 8 |
| 3.7 | <i>Monilinia spp.</i> | 8 |
| 4. | Meios de luta contra os inimigos das culturas | 8 |
| 4.1 | Tratamentos biológicos | 9 |
| 4.2 | Substâncias alternativas | 10 |
| 4.3 | Sais, carbonatos e bicarbonatos..... | 11 |
| 4.4 | Ácido acético..... | 13 |
| 4.5 | Produtos naturais..... | 15 |
| 4.5.1 | Quitossano | 15 |
| 4.5.2 | Óleos essenciais | 15 |
| 4.6 | Tratamentos físicos..... | 16 |
| 4.7 | Tratamentos combinados..... | 17 |
| 4.8 | Luta química | 18 |
| 5. | Considerações sobre a atmosfera controlada e seus efeitos..... | 20 |
| 6. | Material e metodologia | 22 |
| 6.1 | Material | 22 |
| 6.2 | Tratamento e conservação dos frutos..... | 24 |
| 6.3 | Modalidades do ensaio | 25 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 6.4 | Tratamento estatístico dos dados | 27 |
| 7. | Resultados..... | 28 |
| 7.1 | Comparação dos valores das reduções de peso | 28 |
| 7.2 | Redução do peso por desidratação durante a conservação | 29 |
| 7.3 | Redução do peso com origem em podridões..... | 30 |
| 7.4 | Redução do peso com origem em acidentes fisiológicos | 31 |
| 7.5 | Redução do peso na conservação..... | 31 |
| 7.6 | Redução do peso total em relação à colheita | 32 |
| 8. | Discussão | 33 |
| 9. | Considerações finais | 37 |
| 10. | Referências Bibliográficas | 40 |
| | ANEXOS..... | 46 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1- Pallet box com fruta | 23 |
| Figura 2 - Drencher em funcionamento..... | 24 |
| Figura 3 - Arrumação da fruta na camara de conservação..... | 26 |
| Figura 4 - Processo de escolha e seleção..... | 27 |

Índice de quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Teste ANOVA com fator duplo de repetição tratamentos para verificar a diferença dos diversos pesos..... | 29 |
| Quadro 2 - Teste ANOVA para a quebra de peso por desidratação durante o processo de conservação..... | 30 |
| Quadro 3 - Teste ANOVA para a quebra de peso por podridões..... | 30 |
| Quadro 4 - Teste ANOVA para a quebra de peso com origem em problemas fisiológicos..... | 31 |
| Quadro 5 - Teste ANOVA para as quebras de peso durante a conservação..... | 32 |
| Quadro 6 - Teste ANOVA para comparar o peso inicial e o peso final de fruta aproveitada após a conservação..... | 33 |

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

| | |
|------|---|
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| INE | Instituto Nacional de Estatística |
| IPCB | Instituto Politécnico de Castelo Branco |
| Cv | Cultivar |
| TSS | Sólidos solúveis totais |
| IRTA | Instituto de Investigação e Tecnologia Agroalimentar |
| Ppm | Partes por milhão |
| Dgav | Direção-Geral de Alimentação e Veterinária |
| DCA | Atmosfera controlada dinâmica |
| EU | União Europeia |

1. Introdução

Em Portugal, os pomares de maçã localizam-se sobretudo nas regiões de Verão pouco quente onde se inclui a Região Oeste, mais precisamente a região de Alcobaça, e a Terra-Fria dos dois lados do rio Douro (Feio, 1991). Um dos maiores problemas deste fruto tem sido a comercialização e não a produção (Feio, 1991).

Em anos de boa produtividade, o excesso de concentração de oferta, obriga a criar condições para alargar o período de venda, uma vez que os consumidores atuais para além de consumirem mais, durante mais tempo, pretendem consumir com mais qualidade ao longo de todo o ano (Rego *et al.*, 2013).

A nível mundial, a maçã é um fruto amplamente consumido, contando com 6 000 a 7 000 cultivares. Segundo os especialistas do sector (Font, 2021). Atualmente, a China assume-se como o maior produtor mundial enquanto a União Europeia ocupa o segundo lugar, onde se produz muitas cultivares de maçã, com maior prevalência para a cultivar Golden Delicious, seguida da Gala. No entanto, aparecem em toda a Europa programas de melhoramento e obtenção de novas cultivares face às mudanças que se têm verificado nos hábitos de consumo e nas preocupações ambientais (Font, 2021).

Em Portugal, este fruto é sobretudo consumido em fresco e, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística, na campanha de 2019/20, dos 75,1 kg consumidos por pessoa dos diversos frutos frescos, 37% são de maçã (INE, 2021a).

As perdas de alimentos no mundo assumem hoje valores demasiado elevados numa fase em que tanto se fala em sustentabilidade e desperdício alimentar. Existe quem defenda que as diversas componentes da cadeia de distribuição de alimentos, numa busca incessante de maximizar os seus rendimentos, permitem atualmente que grandes quantidades de alimentos se percam, a níveis compatíveis com a sua atividade, mas que na realidade limitam a oferta de alimentos no mercado (FAO, 2011).

O conceito de agricultura e produção de alimentos sustentável, conheceu nos últimos anos um grande número de definições, mas de uma forma resumida, pretende a produção de alimentos que satisfaça as necessidades humanas ao nível da alimentação e ao mesmo tempo melhore a qualidade do ambiente através do uso mais eficiente dos recursos não renováveis conseguindo manter a viabilidade económica das atividades agrícolas (Amaro, 2003). Sendo assim, é de senso comum que existe de alguma forma um certo comodismo em aceitar de forma inevitável a perda de alimentos, que apenas faz sentido numa perspetiva económica. (FAO, 2019).

Segundo Viñas *et al.*, (2013), as perdas causadas por doenças fúngicas na pós-colheita dos frutos podem ser bastante significativas se as condições de manejo, processamento e armazenamento não forem as ideais. Estas perdas que

representam em média 3% a 4% nas regiões com mais avanços tecnológicos, podem atingir em alguns casos específicos valores superiores a 50%. Em regiões onde a tecnologia pós-colheita é menos desenvolvida ou onde não são usados tratamentos fungicidas, como na produção biológica, as perdas podem ser muito maiores. Nas últimas décadas, o combate às podridões que afetam as produções agrícolas no período entre a colheita e o seu consumo, tem sido feito sobretudo com produtos químicos sintéticos.

Os frutos depois de colhidos ficam sujeitos ao ataque de um largo número de fungos saprófitas e parasitas, sobretudo devido ao seu conteúdo em água, sólidos solúveis e à perda da sua resistência natural, pelo facto de terem sido removidos da árvore. Associado a estas questões, o pH da polpa dos frutos, naturalmente, cria condições que favorecem o desenvolvimento de fungos (Acuña *et al.*, 2019).

Vários trabalhos têm sido feitos em torno da melhor utilização de fungicidas de síntese e os resultados comprovam que a intensidade de cada doença difere bastante consoante as condições presentes, sendo por isso necessário uma boa gestão das soluções disponíveis.

O sucesso dos tratamentos, requer uma gestão integrada de vários aspetos, de onde se destaca, um levantamento minucioso das condições em que a fruta é produzida e manipulada nas estações de frio e embalamento, com principal incidência na identificação das doenças mais comuns e das condições favoráveis ao seu desenvolvimento, que podemos no decurso normal da atividade estar inadvertidamente a criar. As várias estratégias de luta contra os inimigos bióticos podem incluir aplicações de fungicidas de síntese em pré e pós-colheita, associadas a medidas rigorosas de higienização das centrais fruteiras (KC e Rasmussen, 2021).

Com o crescimento das explorações agrícolas, em dimensão e em produtividade, é necessário que se desenvolvam novos métodos de conservação que permitam alargar o período de venda e que controlem as principais doenças que mais afetam a atividade dos fruticultores, sabendo que à partida uma grande parte das doenças tem origem ainda no campo, com especial atenção aos parasitas de lenticelas que causam prejuízos muitos graves durante a fase de conservação (Roger *et al.*, 1990).

Segundo Britt *et al.*, (2021), as perdas nas estações de armazenamento de fruta podem chegar aos 30% só por ação dos agentes microbianos, sendo que nem todos os agentes responsáveis por estas quebras são de fácil identificação. No entanto, uma identificação do agente microbiano em campo e depois na superfície dos frutos durante o período de armazenamento pode permitir descobrir novos agentes de luta contra estes microrganismos, ajudando os profissionais deste setor a avaliar os riscos de cada doença e a forma de prevenção.

Tendo em conta as crescentes preocupações com os custos dos tratamentos, a sua eficácia e o impacto na saúde humana e no ambiente, diretamente relacionadas

com a sua utilização, a tecnologia de aplicação de produtos fitofarmacêuticos tem evoluído de uma forma rápida, sobretudo com a utilização de novas ferramentas que por um lado exigem mais formação por parte dos utilizadores, mas por outro permitem uma utilização mais correta. Apesar desta evolução, estas ferramentas ainda são consideradas de reduzida eficácia dado que na maior parte das vezes o tratamento não cobre todas as superfícies-alvo, sejam os tecidos vegetais ou os inimigos, acrescentando ainda a rápida perda de ação biocida (Magdalena *et al.*, 2010).

Os produtos fitofarmacêuticos são considerados ferramentas imprescindíveis e valiosas à saúde das plantas. Por um lado, a garantia de produção pela proteção direta contra os organismos nocivos e, por outro lado, na visível melhoria das propriedades qualitativas das produções agrícolas. No entanto os efeitos secundários inerentes, onde se destacam os riscos para os seres humanos, obriga a uma avaliação criteriosa de um pesticida para a saúde (Amaro, 2003). O desenvolvimento de novas substâncias ativas é um processo bastante complexo e oneroso, que tem vindo a tornar-se mais exigente pela necessidade de se desenvolverem substâncias com baixo impacto no ambiente e na saúde humana (Usall *et al.*, 2013). A prática de utilização de produtos fitofarmacêuticos pretende combater os agentes microbianos e manter a qualidade dos frutos durante o período de conservação e de comercialização. O conceito de qualidade tem uma larga abrangência não podendo ser definido apenas por fatores isolados, sendo o resultado de um largo conjunto de propriedades químicas, físicas e sensoriais (Echeverría *et al.*, 2013).

A qualidade dos produtos agrícolas pode ser classificada sob diversas formas, visual, nutritiva, comercial, ausência de contaminantes, respeito pelas regras da segurança alimentar, etc. Nos aspetos visuais, destacam-se a aparência externa em que se incluem os parâmetros de cor, calibre e forma, referindo-se também segundo vários autores a presença de pragas, doenças bióticas e alterações fisiológicas (Echeverría *et al.*, 2013). Podemos referir ainda a questão do sabor e textura, que é bastante variável entre os consumidores. Na questão nutricional, destaca-se a composição dos diversos nutrientes e o seu equilíbrio na composição dos frutos. Na questão da segurança alimentar e higiene dos frutos, existe o ponto fundamental da contaminação com resíduos químicos, metais pesados e a presença de microrganismos que podem colocar em causa a saúde dos consumidores (Echeverría *et al.*, 2013).

A luta contra as principais doenças tem passado pelo uso de produtos de síntese química de uma forma generalizada dada a relação entre a eficácia dos tratamentos e o seu custo ter um saldo positivo. No entanto, a problemática da utilização sustentável dos produtos fitofarmacêuticos tem levado o setor da fruticultura a procurar alternativas como forma de responder às questões ambientais e de segurança alimentar (Usall *et al.*, 2013).

A utilização de produtos fitofarmacêuticos é atualmente o método mais utilizado, principalmente pelo baixo custo e facilidade de aplicação. Porém, devido à reduzida eficácia de alguns produtos, as tendências na produção de frutas estão em franca mudança, seguindo um caminho em busca de sistemas mais sustentáveis e menos agressivos para o ambiente e saúde humana (Viñas *et al.*, 2013). Apesar da eficácia dos produtos fitofarmacêuticos, as condições em que os frutos chegam às centrais de frio contribuem de uma forma muito significativa para a eficácia dos tratamentos. Torna-se importante adotar um conjunto de medidas profiláticas que diminua a ação dos agentes patogénicos, como uma fertilização e rega equilibradas, redução de inóculos, colheita na altura correta e com os menores danos possíveis nos frutos e uma boa gestão das centrais de frio (Usall *et al.*, 2013).

Face às exigências no âmbito da segurança alimentar e às tendências por uma alimentação mais ecológica e saudável, é necessário ir ao encontro de métodos de luta contra os inimigos das culturas de forma alternativa aos métodos químicos, sobretudo através de alternativas naturais e, como tal, têm surgido muito estudos sobre a atividade dos óleos essenciais de plantas e da sua atividade sobre as comunidades microbianas (Roda, 2013). Muitas alternativas têm sido avaliadas, mas nem todas serão viáveis dada a necessidade de se ter de conservar os frutos por vários meses, para poder alargar o período de venda. Por este facto, torna-se importante desenvolver novas tecnologias e soluções para dar resposta às necessidades do sector da fruticultura (Usall *et al.*, 2013).

Com o presente trabalho pretende-se fazer uma comparação entre um tratamento com recurso a um produto fitofarmacêutico à base de fludioxonil e o tratamento com duas substâncias alternativas de uso na indústria alimentar, ácido acético e bicarbonato de potássio.

2. A cultivar Royal Gala

A maçã da cultivar Royal Gala tem origem na Nova Zelândia e é resultante do cruzamento de duas cultivares, a Kidd's Orange e a Golden Delicious. O fruto tem uma cor de intensidade variável, consoante os diversos clones e as características de cada pomar, que vai desde um fundo de branco a amarelo até uma superfície rosa a vermelho intenso com ou sem riscas (Carvalho, 2008). É um fruto de forma troncocónica, de polpa branca, fina, sumarenta e crocante que à medida que amadurece vai ficando cada vez menos consistente. É caracterizada por ser uma variedade doce, perfumada e de polpa pouca acídula. A colheita é efetuada por norma no mês de agosto, sendo a data de colheita escolhida de forma muito criteriosa por causa da necessidade de encontrar um equilíbrio entre a coloração e a firmeza, dado ser um ponto fundamental na qualidade dos frutos na pós-colheita, seja para conservar em longo prazo quer seja para consumo imediato (Carvalho, 2008).

A colheita é feita quando a dureza da polpa está compreendida entre 7 e 9 kg/cm² (68,6 e 88,2 N) (Trillot *et al.*, 1995; Cavaco *et al.*, 2006), enquanto o teor de sólidos solúveis totais (TSS) deve variar entre 12 a 14° Brix e a acidez entre os 3 a 5 equivalente-grama de ácido málico (MAE) por litro de sumo (Trillot *et al.*, 1995). Os frutos da maçã cv. Royal Gala apresentam um bom potencial de conservação e resistem bem ao manuseamento (Trillot *et al.*, 1995; Vaysse *et al.*, 2000).

O clone Brookfield® da maçã cv. Royal Gala, também designada e patenteada por Baigent tem origem numa mutação natural de Royal Gala, na Nova Zelândia em 1985. Esta mutação chamou à atenção devido ao desenvolvimento precoce da coloração (Brookfield e Brookfield, 1997; Qualival, 2017).

Com a característica de ter um período de floração, intermédio no hemisfério sul e a plena floração por volta de 20 de outubro, ou seja, no hemisfério norte será a 20 de abril (Brookfield e Brookfield, 1997). A maturação é caracterizada como temporã face à cv. Golden Delicious, dado que normalmente ocorre entre 25 de agosto e 5 de setembro, no hemisfério norte (Brookfield e Brookfield, 1997). Este clone caracteriza-se por apresentar uma coloração vermelha intensa e com muitas listras, frutos de tamanho médio e de forma esférica e por um sabor doce e suculento. Em relação ao desenvolvimento vegetativo é classificado como uma cultivar de vigor médio e de produtividade média a alta (Brookfield e Brookfield, 1997; Dalival, s.d.; Plantgest®, s.d.). Os frutos mostram muita boa qualidade de armazenamento, conseguindo estar em armazenamento refrigerado até 3 meses e em atmosfera controlada até 6 meses (Dalival, s.d.). Apesar das características qualitativas, apresenta uma elevada sensibilidade a alguns problemas fitossanitários como o pedrado [*Venturia inaequalis* Cooke (G.Winter)] e o cancro-europeu [*Neonectria ditissima* (Tul. & C.Tul.) Samuels & Rossman] (Qualival, 2017; Dalival, s.d.).

3. Doenças de conservação e agentes patogénicos

São definidas várias causas de estragos nos frutos, resultantes da ação dos inimigos das culturas capazes de originar prejuízos, afetando a qualidade dos produtos agrícolas devido à presença de podridões (Walker, 1983). Em maçãs e peras, a podridão produzida por *Penicillium spp.* é a doença mais importante que ocorre na pós-colheita em todo o mundo (Acuña *et al.*, 2019). Além das doenças bióticas, é importante ainda destacar cerca de cinco doenças abióticas que podem em certa medida originar pontos de entrada para as doenças bióticas, entre as quais se destaca o escaldão fisiológico, o escaldão solar, a mancha-amarga (bitter-pit), as feridas mecânicas causadas pelo granizo e pelo manuseamento e as fitotoxicidades por contacto com produtos químicos. Além disso, as doenças

abióticas, podem provocar danos e aumentar a permeabilidade da epiderme dos frutos à infeção por agentes patogénicos (Mondino et al., 2009).

A fitotoxicidade não é específica para uma cultivar, mas pode ser mais intensa em determinadas cultivares dependendo dos produtos aplicados. Os sintomas mais comuns vão desde as necroses nas zonas do cálice peduncular até à superfície total do fruto. Na superfície, os sintomas, por regra, são manchas rugosas de cor castanha que podem formar crosta, sendo associadas a doses mais elevadas de um produto químico, longos períodos de exposição ou pelo choque térmico quando a fruta entra ainda molhada na câmara de frio. Na cv. Royal Gala, o contacto com hipoclorito usado na desinfeção da água pode provocar manchas de coloração castanho-clara junto das lenticelas dos frutos (Mondino et al., 2009).

São cerca de sete as doenças mais comuns que podem ser visualizadas nas maçãs no período da pós-colheita: *Penicillium spp.*, *Botrytis cinerea Pers.*, *Alternaria spp.*, *Rhizopus spp.*, *Colletotrichum spp.*, *Venturia inaequalis* e *Monilinia spp.* (Usall et al., 2013). Dentro dos fungos que podem afetar os frutos é importante classificá-los consoante a sua origem ou a forma de penetrar nos frutos, havendo parasitas do campo, tais como *Monilinia spp.*, *B. cinerea* e *V. inaequalis*, que ocorrem no campo mas persistem na central (Álvaro, 1982), e doenças de conservação que se manifestam sobretudo no frio e nas instalações de armazenamento enquanto parasitas de feridas originadas na colheita, tais como *Penicillium spp.*, podridões lenticelulares (*Alternaria spp.* e *Colletotrichum spp.*), parasitas calicinos e pedunculares. Na zona carpelar pode acontecer a presença de doenças que podem estar com a infeção latente desde a floração (Usall et al., 2013).

Na luta contra as doenças de conservação é imprescindível estabelecer medidas profiláticas que permitam diminuir as fontes de contaminação, quer ao nível do pomar, quer ao nível das centrais de acondicionamento, e como forma de despistar possíveis contaminações deve ser tido em conta os tratamentos no período pós-colheita (Blanc et al., 1981).

3.1 *Penicillium expansum*

Penicillium expansum Link causa uma podridão mole que, de uma forma geral, se desenvolve a partir de um dano mecânico na epiderme dos frutos, de seguida forma-se um micélio branco com esporulação azul. É conhecida por ter origem quase exclusivamente no interior dos centrais fruteiras, onde sobrevive agarrado às superfícies das instalações e do material de embalagem. Como tal, o combate ao agente patogénico está dependente das medidas de higiene e desinfeção que estejam implementadas como forma de reduzir a quantidade de esporos viáveis. Em casos de longos períodos de conservação é fundamental a realização dos tratamentos pós-colheita, uma vez que se trata de um fungo que não se manifesta

em curtos períodos de conservação, mas que pode levar a uma grande percentagem de perda de frutos (Mondino *et al.*, 2009).

3.2 *Botrytis cinerea*

Botrytis cinerea causa uma podridão castanha de textura firme, sobre a qual se desenvolvem esporos cinzentos que na fase inicial surgem nas lenticelas da epiderme dos frutos. A partir da primeira infeção desenvolvem-se focos que servem de contaminação aos frutos próximos por contacto direto. É um fungo com uma elevada capacidade de dispersão podendo a infeção passar rapidamente para os frutos sãos (Mondino *et al.*, 2009).

3.3 *Alternaria spp.*

A alternariose é uma doença causada pelos fungos *Alternaria spp.* com um ciclo não muito definido, mas que penetra nos frutos através das lenticelas, provocando uma podridão mole com tons de castanho-negro e avança no sentido do interior do fruto (Mondino *et al.*, 2009). Afeta sobretudo os frutos mais maduros ou aqueles que tenham sido expostos a algum stresse abiótico, como sendo o escaldão solar. Estes fungos têm uma elevada taxa de sobrevivência pois conseguem desenvolver-se a temperaturas negativas (Rego *et al.*, 2013).

3.4 *Rhizopus stolonifer*

Rhizopus stolonifer (Ehrenb.) Vuill. origina podridões moles de cor castanha que rapidamente decompõem o fruto, libertando um odor e um exsudado muito característico que serve para a colonização do fungo nos frutos em redor da infeção primária. Tem a sua origem no campo, mas encontra condições ótimas dentro das centrais fruteiras para se desenvolver dado que os esporos podem sobreviver agarrados a diversas superfícies, quando estas não estão devidamente higienizadas (Mondino *et al.*, 2009). Apesar de raramente crescer a temperaturas baixas (Rego *et al.*, 2013), é associado a elevadas quebras nas frutas de caroço, mas também aparece com frequência nas centrais que trabalham predominantemente pomóideas.

3.5 *Colletotrichum spp.*

Colletotrichum spp. caracterizam-se por causar uma podridão em forma de lesões circulares castanho-claras. O agente patogénico desloca-se do exterior para

o interior do fruto em forma de cone e numa fase mais avançada da infeção apresenta acérvulos rosas (Rego *et al.*, 2013). Este fungo é capaz de provocar infeções latentes que aparecem na pós-colheita dos frutos após o tempo de conservação a baixa temperatura. Uma das formas de controlar este agente patogénico consiste em tomar medidas profiláticas no campo para redução do inóculo (Mondino *et al.*, 2009).

3.6 *Venturia inaequalis*

Venturia inaequalis é considerado o fungo de campo mais importante a nível mundial na cultura da maçã e é responsável pela grande maioria dos fungicidas aplicados no campo.

O principal sintoma consiste no aparecimento de manchas irregulares de cor escura no frutos e folhas. O desenvolvimento do fungo leva à deformação do fruto e conseqüentemente à perda de valor comercial, levando também ao fendilhamento da epiderme do fruto (Rego *et al.*, 2013), que por se tratar de uma ferida, permite infeção por outros fungos. Apesar de estar mais associado ao campo, devido à capacidade de provocar infeções latentes, pode desenvolver-se no período de conservação criando condições para o desenvolvimento de outros fungos (Mondino *et al.*, 2009).

3.7 *Monilinia spp.*

Monilinia spp. causam uma podridão firme castanho-clara, que surge por regra associada a danos mecânicos nos frutos. É frequente aparecerem círculos concêntricos onde aparecem esporos cinzentos. Manifesta-se na conservação pela evolução das infeções latentes (Mondino *et al.*, 2009).

4. Meios de luta contra os inimigos das culturas

Existem diversas medidas de combate aos inimigos das culturas, consoante as regras de Produção Integrada, adotadas pela OILB. Foram definidas medidas indiretas e os meios diretos de luta, pretendendo-se optar por medidas preventivas, através de meios indiretos para limitar os inimigos das culturas, através da criação de condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento com a introdução do conceito de profilaxia (Amaro, 2003).

Dentro dos diversos métodos de luta mais relevantes destacamos a luta legislativa, onde se procura a limitação de entrada de novos inimigos, a luta genética através do melhoramento genético, de forma a aumentar a resistência das

plantas, a luta cultural e física onde se incluem os tratamentos térmicos e que consistem na criação de ambientes desfavoráveis aos inimigos das plantas. A luta biológica com a utilização de organismos auxiliares ou outros agentes de controlo biológico tem vindo a ganhar expressão pelo menor impacto no meio ambiente e na saúde humana. Por último a luta química, que deve ser o último recurso no combate aos inimigos das culturas e que a curto prazo se prevê forte limitação à sua utilização (Amaro, 2003).

4.1 Tratamentos biológicos

Define-se por tratamento biológico a utilização de um ou mais organismos que vivem na superfície dos tecidos vegetais. Tem sido uma das alternativas mais estudada, nos últimos anos, com boas perspectivas no combate aos principais microrganismos prejudiciais nas centrais fruteiras. A utilização de bactérias e leveduras como agentes de luta biológica tem sido estudada nos últimos anos (Teixidó *et al.*, 2001). No entanto, o seu registo é difícil devido às normas complexas da UE, no que respeita à utilização de microrganismos, e à dificuldade de obter formulações estáveis (Viñas *et al.*, 2013).

Enquanto os tratamentos com microrganismos no campo estão amplamente implementados desde há alguns anos, o seu uso nos tratamentos pós-colheita, ainda requer muita investigação (Usall *et al.*, 2016). Num trabalho em pera cv. Rocha, para a luta biológica contra *Penicillium expansum*, a utilização da levedura *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Lowenthal) G.Arnaud revelou uma importante atividade (Sánchez, 2015). Também o fungo *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not., causador de uma podridão frequente nas maçãs, teve uma redução significativa na incidência quando os frutos foram tratados numa suspensão de *Bacillus amyloliquefaciens* Priest *et al.* estirpe 9001 durante os quatro meses de armazenamento. Este estudo revelou que o agente biológico, *B. amyloliquefaciens* 9001 pode ajudar a minimizar as quebras registadas durante o longo de pós-colheita (Li *et al.*, 2013).

Em frutos de nêspera, um fruto muito perecível que apresenta valores de quebras muito elevadas quer por ação de microrganismos quer pelo manuseamento, foi avaliada a ação do antagonista *B. amyloliquefaciens* estirpe B4 como potencial alternativa ao combate às doenças da pós-colheita. Concluiu-se que este antagonista tem uma elevada capacidade antifúngica contra os diversos agentes patogénicos que reduzem a vida útil das nêspera na pós-colheita, reduzindo em 62,5% o número de frutos com podridões, após 20 dias, com o acréscimo de ser um organismo com uma toxicidade muito baixa, não apresentando efeitos negativos no consumo humano (Ye *et al.*, 2021).

Segundo Yalage Don *et al.* (2021), determinados compostos orgânicos produzidos por *A. pullulans* têm uma atividade antifúngica sobre *Botrytis cinerea* e

Alternaria alternata (Fr.) Keissl., podendo classificar esta levedura como um potencial agente de luta microbiológica contra uma ampla gama de fungos causadores de doenças, ao inibir a germinação dos esporos.

4.2 Substâncias alternativas

Face as exigências no âmbito da segurança alimentar e as tendências por uma alimentação mais ecológica e saudável, é necessário ir ao encontro de métodos de luta contra os inimigos das culturas de formas alternativas aos métodos químicos mais usuais, sobretudo através de alternativas naturais e como tal têm surgido muito estudos sobre a atividade dos óleos essenciais de plantas e da sua atividade sobre as comunidades microbianas (Roda, 2013).

O uso de fungicidas de síntese química, como o imazalil ou o tiabendazol, ano após ano pelas centrais fruteiras, para além dos aspetos relacionados com o ambiente e segurança alimentar, criaram estirpes de agentes patogénicos resistentes a muito fungicidas ou famílias de fungicidas, sendo esta a razão pela qual nos últimos anos se tem desenvolvido investigação no sentido de procurar soluções alternativas (Venditti *et al.*, 2009). Diversas alternativas ao uso de fungicidas de síntese usados na pós-colheita têm sido avaliadas, mas apesar de alguns resultados positivos ainda não existem alternativas de luta eficazes (Venditti *et al.*, 2009).

A maior sensibilidade dos consumidores e a maior consciencialização da UE por diretrizes mais sustentáveis aos problemas que os produtos químicos podem originar na saúde e o impacto no meio ambiente, tem levado a uma restrição crescente ao uso deste tipo de produtos (Viñas *et al.*, 2013). Também as principais cadeias de distribuição de alimentos se têm alinhado neste sentido, impondo exigências, por vezes, mais restritivas relativamente às questões legais de cada país, impondo mais dificuldades à produção de fruta no momento de decidir os tratamentos fitossanitários, quer no campo quer nas centrais de manipulação de fruta e outros vegetais. Visto isto, é fundamental desenvolver novos métodos de luta contra as principais doenças dos produtos vegetais, que estejam de acordo com as novas tendências de consumo (Viñas *et al.*, 2013).

Determinados produtos com propriedades desinfetantes como o dióxido de cloro, ácido paracético e o ozono assumem uma capacidade importante de atividade fungicida contra *Penicillium* spp. em determinadas condições de aplicação, dependendo da concentração e do tempo de exposição. Estas soluções alternativas devem ser ponderadas e avaliadas para poderem ser integradas nos esquemas de tratamento das centrais fruteiras (Mari *et al.*, 2003). Este tipo de substâncias pode também desempenhar um papel importante na redução do inóculo nas águas usadas no processamento dos frutos assim como das diversas superfícies (Mari *et al.*, 2003).

4.3 Sais, carbonatos e bicarbonatos

Os sais foram declarados em 1997 como não apresentando Limite Máximo de Resíduos, pela Environmental Protection Agency (EPA), sendo desde então também usados como aditivos autorizados em produtos rotulados como biológicos. Os primeiros testes com resultados positivos foram realizados na cultura dos citrinos, quer em condições controladas quer a nível comercial, nas estações fruteiras. Consoante a família química do sal e a dose aplicada houve provas de eficácia elevada para um largo número de doenças fúngicas, com a mais-valia de serem substâncias de baixa toxicidade (Usall *et al.*, 2013).

Existe um largo número de sais inorgânicos, com atividade antimicrobiana usados nos tratamentos pós-colheita devido à solubilidade e facilidade de manuseamento (Palou *et al.*, 2016). Um dos sais utilizados em ensaios ao longo dos últimos anos é o bicarbonato de potássio. Este, segundo a Diretiva 95/2/CE (1995) deve apresentar-se como uma substância branca, cristalina, levemente alcalina e salgada, produzida através de uma reação química entre dióxido de carbono e uma solução aquosa de carbonato de potássio (Information, 2004). Tem sido utilizado em diversas áreas como a farmacêutica, como um antiácido, e na indústria alimentar como um ingrediente e aditivo alimentar seguro e eficaz, sendo classificado como um produto químico de baixa toxicidade. Na área agrícola, este composto químico tem ação fungicida, contra alguns agentes patogénicos (FAO, 1965).

Num trabalho em que laranjas foram tratadas com uma solução de 20 g/L de bicarbonato de sódio, durante 2,5 min. após um tratamento de pré-armazenamento de 33 °C durante 65 horas, reduziu-se de forma satisfatória a incidência de *Penicillium* spp. durante uma conservação de longo prazo (Plaza *et al.*, 2004). Num outro trabalho, a utilização de soluções de bicarbonato de sódio com concentrações entre 1% e 4% em pêssegos e nectarinas inoculados com *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, reduziram a incidência da doença nas concentrações mais baixas, mas, no entanto, nas concentrações mais elevadas provocaram toxicidade nos frutos (Casals *et al.*, 2010).

Nos anos 80, o composto, sorbato de potássio, foi avaliado como um conservante polivalente no combate a doenças de armazenamento dos citrinos (Palou *et al.*, 2016). Em uvas de mesa foi usado cloreto de cálcio para o combate a *Botrytis cinerea* e em banana mergulhar os frutos numa solução de hipoclorito de sódio reduz a incidência de um complexo de doenças muito importante na cultura, quando comparado com frutos não tratadas (Palou *et al.*, 2016).

A utilização de soluções de carbonato de sódio ou bicarbonato de sódio, aplicadas isoladamente ou em conjunto com agentes biológicos, como *Pantoea agglomerans* (Ewing e Fife) Gavini *et al.* estirpe CPA-2, no combate a *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. em citrinos, inoculados artificialmente, em condições de temperatura ambiente, aparenta não afetar a atividade do agente de biológico,

permitindo reduzir entre 0% e 45% a evolução do agente patogénico pelo seu poder curativo e pela capacidade de controlar as reinfeções, enquanto a modalidade não tratada apresenta 90% de frutos com evolução da doença. Este tipo de tratamentos pode representar uma alternativa ao uso dos fungicidas convencionais utilizados nos tratamentos no período de pós-colheita (Usall *et al.*, 2008). Noutro ensaio, com o mesmo agente biológico, a utilização dos sais bicarbonato e carbonato de sódio isoladamente ou em combinação, em condições de armazenamento a 3 °C, permitiu um controlo completo de *P. digitatum* (Teixidó *et al.*, 2001).

Num ensaio em maçãs da cv. Golden Delicious foram feitas inoculações com suspensões dos agentes patogénicos *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds e *P. expansum*, tendo sido depois sujeitas a um tratamento térmico de 38 °C, durante 4 dias, e posteriormente tratadas com bicarbonato de sódio e duas estirpes de leveduras. Após quatro meses de conservação a 0 °C e duas semanas de tempo de prateleira à temperatura ambiente, foram feitas avaliações da evolução das doenças. O tratamento reduziu a incidência de *P. expansum* e reduziu a deterioração dos frutos causada por *C. acutatum*. A adição de bicarbonato de sódio à fruta sem tratamento térmico, reduziu significativamente a severidade da decomposição causada por *P. expansum* após quatro meses a 0 °C (Conway *et al.*, 2004).

Estes sais, para além de terem um efeito positivo no combate às doenças, têm também um efeito na qualidade. Num trabalho feito em maçãs cvs. Fuji Kiku-8 e Golden Reinders, tratadas com uma solução de cloreto de cálcio (2%) e armazenadas a 1 °C e 92% de humidade relativa durante quatro a sete meses em atmosfera normal, aumentou-se o teor de cálcio nos tecidos do fruto, revelando a eficácia do tratamento. Após o tempo de conservação e sete dias de tempo de prateleira, foi feita uma análise sensorial dos frutos, que obteve uma melhor sensação de crocância e dureza nos frutos tratados, o que revelou que o tratamento da maçãs com sais de cálcio, permite também melhorar a qualidade sensorial (Ortiz *et al.*, 2010). Além do trabalho que pode ser feito com estes sais nas centrais fruteiras, também no campo podem ser uma ferramenta útil. Num ensaio, *in vitro*, foi testada a eficácia do bicarbonato de potássio e sódio, ambos numa solução de 1% (p/v), contra *Venturia inaequalis*, resultando numa eficácia na redução no fungo em 99% e 98%, respetivamente. Os mesmos tratamentos realizados em plantas de macieira inoculadas com o fungo, sob condições controladas, 24 horas antes ou 24 horas após a inoculação permitiu, controlar significativamente a doença, apesar de serem referenciadas algumas situações de fitotoxicidade (Jamar *et al.*, 2007).

Também em 2008, um ensaio de campo, realizado num pomar comercial na Roménia, determinou uma ação positiva na ação do uso do bicarbonato de potássio na luta contra o pedrado da macieira. Em ensaios de comparação com fungicidas à base de cobre e enxofre, em sete cultivares de macieira, o bicarbonato numa dose de 5 kg/ha mostrou-se eficaz na redução da doença ao mesmo nível dos outros fungicidas, mesmo num ano com condições favoráveis para a doença. Com

a dose utilizada não foram registados sintomas de fitotoxicidade e pelo facto de ser um produto de baixo risco concluiu-se que esta solução poderia vir a tornar-se uma ferramenta para a agricultura biológica (Mitre *et al.*, 2009).

As regras cada vez mais rigorosas impostas no que diz respeito aos tratamentos com produtos fitossanitários contra pragas e doenças nas diversas culturas agrícolas, levaram as empresas produtoras de produtos agrícolas a optarem por soluções mais ecológicas e neste aspeto, o bicarbonato de potássio tem sido utilizado como um fungicida, para o combate a diversas doenças das plantas (Leeson & Crisp, 2004).

Num outro trabalho com diversos ensaios de campo e em ambiente controlado, entre 2002 e 2004, concluiu-se que o bicarbonato de sódio, de amónio ou de potássio são igualmente eficazes no controlo do oídio da vinha. No entanto, devido à problemática do sódio, pela sua ação mais salina ser capaz de afetar quer as culturas agrícolas quer os materiais de aplicação e da problemática do azoto, na questão de potenciar o aparecimento de alguns problemas fisiológicos como o bitter-pit, e pelo descontrolo do vigor das plantas, cada vez mais se usa o bicarbonato de potássio. O sal de potássio reduziu gradualmente a germinação dos esporos em concentrações acima de 100 ppm, ao nível do laboratório e em campo revelou uma eficácia semelhante a alguns fungicidas, sendo que a sua ação também é potenciada quando aplicado em mistura com o bicarbonato de potássio (Sawant e Sawant, 2008).

Segundo Usall *et al.* (2012), a crescente ausência de produtos pós-colheita para aplicar em pêssegos e nectarinas no Vale do Ebro (Espanha) para o combate a *Monilinia* spp., tem feito crescer a utilização de produtos alternativos quer seja por meios físicos quer seja mediante a aplicação de soluções alternativas. A utilização de água quente, de soluções de bicarbonato de sódio e de um organismo antagonista aplicados separadamente ou em combinação, tiveram um efeito positivo no combate à doença sem alterar a qualidade dos frutos (Usall *et al.*, 2012).

4.4 Ácido acético

Os compostos orgânicos, nomeadamente álcoois, como o etanol e o ácido acético, foram reconhecidos como substâncias potenciais na prevenção de infeções por diversos agentes prejudiciais em diversas culturas (Mari *et al.*, 2016). O ácido acético, foi declarado como um antimicrobiano utilizado na indústria alimentar, com capacidade de acidificar diversos meios (Usall *et al.*, 2013).

Em ambiente controlado, numa das doenças mais comuns nos citrinos causada por *Penicillium digitatum*, o ácido acético foi mais eficaz para inibir a ação da doença, quando comparado ao extrato de *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) e vinagre, com eficácias de 62% e 50%, respetivamente (Matny e Al-rawi, 2012). Num outro trabalho, tangerinas colhidas em diversas fases de maturação foram

inoculadas com *P. digitatum*. Depois de um tratamento térmico de 36 horas a 36 °C foram sujeitas a um tratamento por fumigação com ácido acético em várias concentrações durante 15 minutos e posteriormente armazenadas a 20 °C e 80% de humidade relativa. Após avaliação das podridões registadas, concluiu-se que os tratamentos efetuados reduziram em 39,9% a evolução das podridões relativamente à testemunha (Venditti *et al.*, 2009b).

Maças da cv. Red Delicious, em condições controladas, foram tratadas com soluções de água quente com ácido acético em diversas concentrações e durante vários períodos, tendo reduzido significativamente o crescimento de esporos de *P. expansum*. Uma solução entre 2% e 3% de ácido acético com um tempo de contacto entre 2 a 3 min. reduziu a decomposição dos frutos, no entanto a longo prazo o efeito do tratamento não é significativo (Radi *et al.*, 2010).

Um trabalho em laranjas concluiu que a aplicação de ácido acético e ácido salicílico melhoraram a qualidade pós-colheita da laranja (Amiri *et al.*, 2021). Também numa pesquisa feita por Sholberg e Gaunce (1995), o ácido acético aplicado sob a forma de vapor revelou-se eficaz no combate a fungos que provocam a deterioração de produtos agrícolas, como *Botrytis cinerea* e *P. expansum*. O tratamento com 2,0 ou 4,0 mg de ácido acético/L evitou a decomposição de maçãs das cvs. Spartan e Red Delicious e peras da cv. Anjou inoculadas com os dois agentes patogénicos. Maças imersas numa suspensão de conídios de *P. expansum* e fumigadas com 2,7 mg de ácido acético/L, tiveram uma percentagem muito pequena de lesões, o que infere acerca do potencial da utilização deste ácido para reduzir doenças da pós-colheita. O vapor de ácido acético evitou a germinação dos conídios de *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey, *B. cinerea* e *P. expansum* em prunóideas, morangos e maçãs, respetivamente. O tratamento permitiu determinar que vapor de vinagre pode ser uma alternativa eficaz, à semelhança do hipoclorito de sódio para reduzir a presença de conídios de fungos patogénicos na superfície dos frutos (Sholberg *et al.*, 2000). Os vapores de ácido acético podem ser uma alternativa ao uso de fungicidas pós-colheita. Em peras inoculadas com *B. cinerea* ou *P. expansum* e que foram fumigadas com ácido acético, com diversas doses e intervalos de tempo, reduziu-se significativamente a presença das doenças. Mesmo após quatro meses, apenas 51% dos frutos tinham podridão evoluída. Em central fruteira, os vapores de ácido acético reduziram a infeção em 43% (Sholberg *et al.*, 2004).

Num trabalho realizado em figos (*Ficus carica* L.) na cv. Lampa Preta, com a aplicação de bicarbonato de sódio (0,5%) e ácido acético (1%) por emersão em pós-colheita durante o período de conservação, por 8, 14 e 20 dias, foi possível verificar uma redução significativa na presença de doenças em relação à testemunha, além deste tratamento ter um efeito positivo na manutenção das características dos frutos ao nível químico, físico e organoléptico (Antunes *et al.*, 2008).

Segundo Venturini *et al.* (2002), o uso de ácido acético ou do seu vapor pode ser um importante agente para limpar a superfície dos produtos agrícolas.

4.5 Produtos naturais

4.5.1 Quitosano

O quitosano é um polímero natural muito abundante na natureza pelo fato de ser um constituinte do exosqueleto dos insetos e tem um duplo efeito, pois combate microrganismos ao prevenir o crescimento, a esporulação e a viabilidade e germinação dos esporos dos fungos, provocando uma desregulação celular e acrescentando ainda o estímulo das defesas naturais das plantas inibindo diferentes processos metabólicos aquando da infeção da planta, o que torna o quitosano uma ferramenta útil para combater várias doenças (Hassan e Chang, 2017).

Noutro ensaio, a ação antimicrobiana do quitosano contra *Penicillium digitatum*, em laranjas na pós-colheita, foi avaliada e concluiu-se que este polímero foi capaz de inibir o crescimento de duas espécies de *Penicillium*, pela redução da incidência da doença, entre 40 a 70%, o que o torna uma solução alternativa aos fungicidas de síntese (Coutinho *et al.*, 2020).

4.5.2 Óleos essenciais

De uma forma geral, os óleos essenciais de plantas assumem potencial antimicrobiano e antioxidante interessante, pelo que têm sido usados como uma solução mais natural para os consumidores mais preocupados com o tipo de alimentação que fazem. Pelo seu valor antioxidante e antimicrobiano têm uma ação importante na defesa contra determinadas doenças na população assim como têm uma ação nos microrganismos que provocam elevados prejuízos, tanto em termos quantitativos como qualitativos. Os óleos essenciais são geralmente substâncias voláteis, com funções no mecanismo de defesa química das plantas contra microrganismos patogénicos, por exemplo a vanilina, um dos principais constituintes dos grãos de baunilha (*Vanilla* spp.), foi avaliada como um possível agente com ação sobre microrganismos (Venturini *et al.*, 2002).

Os óleos essenciais são retirados de várias partes das plantas e podem ser usados para manter as propriedades dos alimentos, seja diretamente sobre estes ou no vasilhame que os contêm. No entanto, existe grande limitação à sua utilização, dada a sua classificação por vezes de produto não alimentar (Toro e Giraldo, 2018).

Num trabalho realizado em 2019, no Nepal, a atividade antifúngica de óleos essenciais de cinco plantas foi avaliada, *in vitro*, contra *Colletotrichum*

gloeosporioides (Penz.) Penz. & Sacc., *Fusarium oxysporum* Schldl. e *Alternaria alternata*, que causam podridões típicas nas maçãs da cv. Fuji na pós-colheita. Entre os óleos essenciais testados, o óleo de *Cinnamomum tamala* (Buch.-Ham.) T. Nees & C. H. Eberm (loureiro-indiano) mostrou uma atividade antifúngica contra os agentes patogénicos, dado que limitou o crescimento do micélio na totalidade (Oli *et al.*, 2019).

4.6 Tratamentos físicos

Uma forma de eliminação de agentes patogénicos é através da utilização de temperatura elevada, sendo uma estratégia cada vez mais usada para o combate a um grande número de doenças em diversas espécies vegetais. No entanto, ainda é uma técnica que requer muita discussão devido às possíveis lesões provocadas pelas alterações de temperatura (Lurie, 1998).

O tratamento térmico realizado em pré-armazenamento aparenta ser uma técnica eficaz no combate a doenças da pós-colheita. Estes tratamentos podem ser feitos por imersão em água quente, por vapor e por ar quente e seco por tempo variável em função do produto vegetal. A temperatura mais elevada tem o efeito de reduzir o alongamento do tubo germinativo e de inativar ou destruir os esporos, reduzindo desta forma o inóculo, assim como modificar as respostas fisiológicas dos tecidos vegetais, levando ao aumento das resistências naturais. Além disso, a temperatura ajuda a cicatrizar pequenas feridas que são pontos de entrada para os agentes infecciosos (Schirra *et al.*, 2000).

O tratamento térmico neste momento tem uma função importante em muitas situações do armazenamento em pós-colheita dos frutos, pela sua ação sobretudo na prevenção do desenvolvimento de fungos, mas os tempos de tratamento e a faixa de temperatura utilizada varia de produto para produto (Susan Lurie & Pedreschi, 2014a).

Um trabalho em maçãs das cvs. Fuji e Gala avaliou os efeitos de um tratamento térmico realizado através da exposição dos frutos a ar quente a 38 °C durante um determinado tempo e os efeitos na cicatrização das feridas que acontecem nos frutos na altura da pós-colheita. Essas feridas foram inoculadas artificialmente com diversos fungos comuns na conservação como *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* e *Colletotrichum acutatum*. O trabalho pretendia avaliar os compostos fenólicos libertados pela ação dos fungos, verificando-se uma resposta diferente em cada cultivar e para cada valor de tratamento (Shao *et al.*, 2010). Um outro trabalho pretendeu fazer a avaliação do tratamento térmico em maçãs, de uma cultivar precoce e outra cultivar tardia, verificando-se que o principal benefício foi uma diminuição da velocidade da quebra de dureza dos frutos durante o armazenamento (Klein & Lurie, 1990).

4.7 Tratamentos combinados

O tratamento combinado de soluções alternativas com soluções biológicas pode ter um efeito sinérgico bastante eficaz no combate às doenças que atacam os frutos na pós-colheita (Mari *et al.*, 2003). Muito dos tratamentos designados de alternativos como sendo o uso de sais inorgânicos, têm um efeito residual muito curto após o tratamento, pelo que podem acontecer novas infeções pelas doenças associadas ao pós-colheita. Como tal, têm sido feitos diversos estudos no sentido de aumentar a eficácia da aplicação destas substâncias através da sua utilização conjunta com agentes de luta biológica, como forma de aumentar o espectro de ação do tratamento e aumentar o número de espécies que causam doenças nos frutos combatidos com os tratamentos efetuados (Usall *et al.*, 2013).

Num trabalho realizado no IRTA, em Lérida, Espanha, provou-se que o molibdato de amónio, como adjuvante de uma solução, pode ser usado para aumentar a atividade de *Candida sake* (Saito & M. Ota) Uden & H. R. Buckley ex S. A. Mey. & Ahearn (CPA-1) contra as doenças da pós-colheita mais importantes em maçãs (Nunes *et al.*, 2002). Noutro trabalho, uma suspensão da estirpe BIO126 da levedura *Metschnikowia pulcherrima* Pitt & Miller revelou-se eficaz no combate a *Penicillium* spp. A utilização deste antagonista combinado com outras soluções contendo como por exemplo acibenzolar-S-metilo, etanol ou bicarbonato de sódio e um tratamento térmico, mostrou-se capaz de controlar as doenças. A conjugação do tratamento térmico e do bicarbonato de sódio melhoraram significativamente a eficácia do agente de luta biológica. Segundo os investigadores, a aplicação do agente, precedida ou não de um pré-tratamento com bicarbonato de sódio ou etanol, pode ser avaliada como uma alternativa ao uso de fungicidas no combate às doenças da pós-colheita nas pomóideas, mesmo em conservações de longo prazo (Spadaro *et al.*, 2004).

Em maçãs cv. Gala foi realizado um tratamento térmico e posteriormente em feridas induzidas foi feita a inoculação com o agente patogénico *Penicillium expansum* e o antagonista *Pseudomonas syringae* Van Hall. Após sete dias de tempo de prateleira e três meses de conservação verificou-se que as maçãs submetidas ao tratamento térmico desenvolveram menos lesões que na testemunha, sendo que essa redução foi ainda mais sentida quando foi adicionado o antagonista. Os frutos com feridas induzidas, após o tratamento térmico, foram as que apresentaram maior número de lesões, mas quando essas feridas são posteriormente inoculadas, a degradação dos frutos é menor. Uma das problemáticas levantadas é a pouca ação residual do tratamento térmico em conservações de longo prazo, mas que se concluiu que combinando com os antagonistas pode ser uma solução a considerar (Leverentz *et al.*, 2000).

Nas regras da Produção Integrada, adotadas pela OILB/SROP em 1993 foram definidos os diferentes meios de luta contra os inimigos das culturas pressupõe que esta luta seja feita sempre de forma indireta em primeiro lugar, privilegiando a

adoção de num conjunto de medidas para prevenir ou desfavorecer a instalação de um organismo nocivo (Amaro, 2003).

4.8 Luta química

A principal estratégia de combate às podridões dos frutos que surgem na fase da pós-colheita são os tratamentos realizados nas centrais fruteiras. A utilização de produtos fitofarmacêuticos requer uma gestão eficaz que evite o aparecimento de estirpes de agentes patogénicos resistentes aos fungicidas existentes, mas que permita um combate eficaz aos mesmos, nos lotes de fruta que sejam destinados a largos períodos de conservação, uma vez que para períodos curtos de conservação, normalmente até três meses, nem sempre é necessário a realização de tratamentos (Usall *et al.*, 2013).

Existe um conjunto de tecnologias de aplicação de produtos fitofarmacêuticos que exigem o cumprimento de determinados requisitos de modo a garantir a diminuição dos fatores que podem gravemente comprometer a eficácia dos tratamentos e conseqüentemente o combate às doenças (Acuña *et al.*, 2019). Nas centrais fruteiras as aplicações dos fungicidas pós-colheita por regra devem ser feitas por tratamentos em pulverização das linhas de processamento da fruta ou então através de um sistema de chuveiro ou imersão dos frutos (Colodner, 2011).

A utilização de produtos fitofarmacêuticos nos sistemas de tratamentos de frutos por imersão, chuveiro ou *drench* é aplicável, em geral, a tratamentos de produtos agrícolas após a sua colheita, em armazém. Este tipo de tratamento pode representar um maior risco de exposição dos operadores pois pode envolver um maior manuseamento dos produtos durante ou após o tratamento. Tanto quanto possível, as operações envolvendo a manipulação do produto em tratamento ou tratado devem ser automatizadas de modo a diminuir a exposição dos trabalhadores (DGAV *et al.*, 2020).

Atualmente em Portugal, está autorizado um número restrito de substâncias ativas com a finalidade da realização de tratamentos pós-colheita, tendo ao longo dos últimos anos sido cancelada a autorização de aplicação de um largo número de substâncias ativas com este fim. Dentro das matérias ativas em utilização atualmente para a cultura da maçã destaca-se o fludioxonil, o pirimetanil e o tiabendazol.

O fludioxonil é um fungicida pertencente ao grupo químico fenilpirrol, classificado como um fungicida de contacto com ação preventiva, com atividade na inibição da germinação dos esporos e do crescimento do tubo germinativo, funcionando como regulador da pressão osmótica intercelular dos fungos. Esta substância ativa é utilizada sobretudo no tratamento pós-colheita, para limitar o crescimento dos agentes patogénicos que causam grandes perdas desde a fase da colheita até ao consumidor em frutas e hortícolas. Desde o ano da sua

introdução, em 1994, todos os anos a sua utilização tem aumentado sobretudo por causa da sua eficácia no combate às doenças (Brandhorst & Klein, 2019).

Apesar de ser considerado um fungicida de baixo risco (Errampalli *et al.*, 2005), recentemente, surgiram algumas questões relacionadas com o seu modo de ação nos organismos-alvo e pelos efeitos na saúde humana pela possibilidade de interferir com o sistema hepático, endócrino e neurológico, pelo que se espera uma reavaliação da substância ativa em breve (Brandhorst & Klein, 2019).

O fludioxonil é usado desde 2004 no estado de Washington para combater várias doenças da pós-colheita em maçãs nomeadamente *Penicillium expansum*, que representa uma das doenças que causa mais prejuízos em maçãs armazenadas em todo o mundo e muitos têm sido os trabalhos, quer *in vitro* quer em situação de campo para avaliação da eficácia (H. X. Li & Xiao, 2008). Em 2016, num trabalho realizado em Washington, foram recolhidas amostras de lesões em frutos causadas por *Penicillium* spp., tendo-se identificado cerca de 1200 isolados, que foram avaliados quanto à sua sensibilidade ao fludioxonil, tendo sido detetados isolados resistentes (Amiri *et al.*, 2017). No mesmo trabalho, maçãs previamente inoculadas com diversos isolados, foram mergulhadas numa solução de fludioxonil a 0,78 e 1,25 mL.L⁻¹. Na concentração mais baixa, a gravidade da doença reduziu-se entre 51,1% a 71,4% em relação à testemunha não tratada. Todos os isolados foram totalmente eliminados quando foi usada a dose mais alta. Este estudo relatou a primeira resistência de *P. expansum* ao fludioxonil, que poderá ter origem no seu uso contínuo nas centrais fruteiras (Amiri *et al.*, 2017).

Em 2019, um trabalho baseado em análises de pesquisa de resíduos de substâncias ativas aplicadas em maçãs, comparou a evolução do resíduo de quatro fungicidas diferentes, onde se incluía o fludioxonil, ao longo de 40 dias de armazenamento, concluindo-se que durante esse tempo os resíduos permaneciam bastante estáveis, o que comprovava a eficiência dos tratamentos e o combate às doenças durante o período de armazenamento. Uma outra parte dos ensaios determinou que as temperaturas mais altas e o ácido acético podem ser ferramentas úteis na remoção dos resíduos dos fungicidas da epiderme dos frutos (Jiang *et al.*, 2019). Neste sentido, um trabalho realizado em condições reais de manipulação de fruta na central fruteira, na fase precedente ao embalamento, a lavagem e escovagem dos frutos, após um período de cinco e sete meses, de fruta tratada antes de ser armazenada, permitiu verificar que estas operações não influenciaram o resíduo de fludioxonil e pirimetanil nas maçãs, pelo que se confirma a eficiência dos fungicidas no combate às doenças nas condições de armazenamento em frio por longos períodos (Xiao & Boal, 2009).

Em 2015, testou-se a ação preventiva do fludioxonil aplicado em maçãs, com feridas e a ação curativa em feridas inoculadas com esporos de *P. expansum*, após 24 a 48 horas. Em ambas as situações o fludioxonil a 300 mg.L⁻¹ mostrou-se muito eficaz no combate à doença por 105 dias em atmosfera controlada a 1 °C, 42 dias em atmosfera normal a 4 °C e em tempo de prateleira por 6 dias a 20 °C, permitindo

afirmar que o fludioxonil é uma ferramenta importante na estratégia de utilização e protocolos de anti-resistência a fungicidas para o combate às doenças da maçã em armazenamento em atmosfera controlada por um longo período de tempo (Errampalli *et al.*, 2005). Num outro trabalho em 2004, determinou-se que o fludioxonil, aplicado em maçãs da cv. Gala inoculadas com *P. expansum*, conseguiu limitar a germinação dos conídios e o crescimento do micélio, podendo ser uma alternativa para o controlo de estirpes da doença resistentes ao tiabendazol (Errampalli, 2004).

Atualmente, todas as variedades de maçãs cultivadas e comercializadas no mundo são sensíveis a *Penicillium* spp., pelo que se torna imprescindível adotar estratégias que permitam o seu combate durante o período de armazenamento. Nesse combate, os fungicidas têm um peso muito grande (Gaskins *et al.*, 2015). Assim, o fludioxonil tem assumido um papel importante nas estratégias das empresas para combater as doenças da pós-colheita, fazendo com que seja utilizado em anos consecutivos e levando ao surgimento de resistências, já documentadas na Pensilvânia a somar às resistências já referidas a outros fungicidas, como o tiabendazol e o pirimetanil (Gaskins *et al.*, 2015).

Num levantamento feito em duas zonas de produção de maçãs na Grécia, demonstrou-se que entre 2016 e 2017, *Penicillium* spp. eram responsáveis pela quebra de produção entre 78% e 84%, enquanto *Botrytis cinerea* representava 12% a 17%. No sentido de controlar a incidência foram feitas aplicações de fludioxonil isoladamente ou em mistura com ciprodinil, verificando-se eficácia no combate à doença por um período de 30 dias (Thomidis & Prodromou, 2020).

Uma alternativa ao uso do fludioxonil é a substância ativa pirimetanil, também indicada para o combate a *Penicillium* spp. nas pomóideas, no entanto este tem um risco maior de desenvolver resistências quando comparado com o fludioxonil. É um risco inerente ao uso dos fungicidas, que se pode tornar um grave problema prático para a cultura da maçã no caso de surgimentos de resistências aos já poucos fungicidas disponíveis com ação sobre *P. expansum* (H. X. Li & Xiao, 2008).

5. Considerações sobre a atmosfera controlada e seus efeitos

Uma das metas no armazenamento dos frutos que se faz nas centrais fruteiras tem como principal objetivo conseguir a sua manipulação e conservação num período mais alargado de forma a permitir uma maior valorização das produções agrícolas (Graell, 2013).

É datada da década 80, o registo da primeira utilização da tecnologia da atmosfera controlada dinâmica e desde então é considerada uma tecnologia preponderante na pós-colheita. Este método pode basear-se em diversas técnicas,

mas na base consiste em armazenar produtos vegetais em concentrações de oxigênio o mais próximo possível do ponto de compensação anaeróbia, sendo medido através dos valores de etanol, do quociente de respiração dos frutos ou medição da fluorescência, tendo sido este o método que, em 2001 na Holanda, lançou comercialmente este tipo de tecnologia (Prange, 2018).

A atmosfera controlada dinâmica, baseada na fluorescência da clorofila (DCA-CF), mede a fluorescência emitida pela clorofila quando o fruto é submetido a um stresse devido à baixa percentagem de oxigênio na atmosfera da câmara (Anese et al., 2020). As grandes vantagens deste sistema são a durabilidade, estabilidade e a facilidade de monitorização, sem necessidade de recorrer a produtos químicos, para garantir a preservação da qualidade dos frutos em relação às propriedades químicas e físicas, reduzindo a incidência de acidentes fisiológicos (Prange, 2018).

Além destas vantagens, este sistema permite a conservação dos frutos com escaldão fisiológico em níveis comparados com aqueles que se verificavam em frutos tratados com difenilamida, uma substância ativa amplamente usada na conservação de frutos de peras e maçãs, mas atualmente retirada do mercado (Villalonga, 1998).

A conservação em atmosfera controlada baseia-se de uma forma geral em armazenar os frutos com a modificação da concentração de gases na atmosfera normal natural, através do aumento da concentração de CO₂ e da redução da concentração de O₂, podendo-se ainda eliminar o etileno produzido através da respiração dos frutos Brackmann (2004), conseguido coadjuvar a capacidade conservante do sistema de frio (Graell, 2013). Esta tecnologia permite um atraso dos processos de maturação, uma redução da sensibilidade dos frutos à ação do etileno, o atraso do aparecimento de acidentes fisiológicos resultantes da ação do frio, como sendo o escaldão fisiológico, e a redução do desenvolvimento de microrganismos responsáveis pelas podridões dos frutos. No entanto, a utilização desta tecnologia também apresenta alguns efeitos negativos nos frutos que se notam sobretudo na prevalência de acidentes fisiológicos e maturações irregulares manifestados através da presença de sabores e odores (Graell, 2013). O atraso da maturação, resultado da redução das taxas de respiração, pode afetar as propriedades organolépticas dos frutos, sobretudo pela mais lenta degradação natural dos frutos que pode levar a uma menor percentagem de voláteis após o período de conservação (Graell, 2013). De qualquer modo, a atividade metabólica sendo reduzida com a atmosfera controlada, permite uma melhor conservação durante mais tempo permitindo manter as características iniciais do fruto armazenado (Pinheiro et al., 2016).

Segundo Deuchande et al. (2016), a pera cv. Rocha conservada em atmosfera controlada dinâmica com sensor de fluorescência de clorofila, quando comparada com outros métodos e com atmosfera controlada normal, não evidencia problemas de acastanhamento interno, determinando que esta técnica é adequada para prevenir o processo fermentativo dos frutos. Também as maçãs cv. Fuji Suprema,

com este tipo de tecnologia, produzem uma menor quantidade de etileno, permitindo manter uma firmeza da polpa mais elevada e reduzem a percentagem de compostos voláteis produzidos associados à respiração dos frutos (Thewes *et al.*, 2017).

Num estudo realizado com frutos armazenados em atmosfera normal e em atmosfera controlada analisados logo após a colheita e após um armazenamento de seis meses, ao nível da firmeza, teor de ácidos açúcares, teor de sólidos solúveis e perfil aromático, concluiu-se que a qualidade das maçãs, não diferiu nas diversas áreas de origem dos frutos. Uma das maiores diferenças foi a perda de firmeza da polpa dos frutos em atmosfera normal quando comparada com a atmosfera controlada, concluindo-se que as condições de armazenamento dos frutos influencia diretamente a qualidade dos frutos (Róth *et al.*, 2007).

Em diversos clones de maçã cv. Gala, a utilização da atmosfera controlada, permitiu com sucesso o armazenamento até nove meses de frutos a 0 °C em 1,5% O₂ + <0,5% CO₂ (Thompson, 1998), enquanto em frio normal resultou uma falta de acidez notória (Carvalho, 2008).

Em relação ao efeito das atmosferas nas doenças e pragas, valores altos de CO₂ e baixos de O₂ mostraram um efeito negativo no desenvolvimento de doenças, pela inibição do seu crescimento. Tem sido verificado que a alteração da composição da atmosfera dentro da câmara frigorífica tem resultados muito diferentes sobre as diversas doenças com mais prevalência como sendo *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp., *Phomopsis* spp. e *Sclerotinia* spp. tendo em alguns casos sido inibidos, além de permitir a redução de alguns acidentes fisiológicos como o *bitter-pit*. Neste ponto, esta tecnologia permite reduzir ou substituir a aplicação de produtos fitofarmacêuticos.

Estes valores influenciam também a presença de pragas, porque valores mais elevados de CO₂ acabam por se tornarem inseticidas, contudo estes valores mais elevados podem afetar negativamente a qualidade de algumas cultivares (Rego *et al.*, 2013).

6. Material e metodologia

6.1 Material

O trabalho experimental foi efetuado com frutos provenientes de um pomar no concelho do Bombarral, com 15 hectares de macieira cv. Royal Gala clone 'Brookfield®', designado por Quinta das Faias, de características homogéneas, quer ao nível das condições culturais quer ao nível das práticas culturais. Com 12 anos de idade, o pomar é explorado sob o modo de Produção Integrada e das demais exigências dos clientes, no que respeita à limitação de utilização de substâncias ativas e das diversas exigências relacionadas com a segurança

alimentar. O porta-enxerto é M9, o compasso é de 3,8 m x 1 m, correspondendo a uma densidade de 2 631 árvores/ha e a forma de condução é em eixo central revestido.

A colheita dos frutos foi realizada de acordo com as condições de maturação da variedade e das exigências da central fruteira de modo que sejam colhidos dentro dos limites das especificações necessárias para o processo de conservação ao nível da consistência da polpa, nível de açúcares e coloração da epiderme. Além dos parâmetros químicos, físicos e organolépticos dos frutos, foram também definidas condições de colheita para limitar os danos mecânicos que os frutos podem sofrer durante este processo, como forma de reduzir as quebras de produção durante todo o processo de conservação.

A colheita foi feita manualmente apenas com recurso a baldes de pequena capacidade. Todos os operadores antes das operações de colheita receberam formação acerca do manuseamento dos frutos, como forma de fazer uma seleção dos frutos ainda no campo pelas suas características e como manipular os frutos de forma a evitar danos físicos nos frutos que possam comprometer a conservação e comercialização. A colheita foi realizada a 26 de agosto de 2023, quando os frutos atingiram os parâmetros químicos, visuais e físicos necessários para satisfazer os critérios definidos pela empresa para este clone desta cultivar. De acordo com o normal funcionamento da empresa e a fim de não existir qualquer fator exterior que possa influenciar os resultados. Os frutos depois de retirados das árvores foram colocados em caixa de plástico com capacidade de cerca de 240 kg, usualmente conhecidas por *pallet box* (Figura 1).



Figura 1-Pallet box com fruta

O vasilhame foi previamente lavado e higienizado com detergentes e desinfetantes á base de quaternários de amónio de acordo com as normas de higiene e segurança estabelecidas ainda nas instalações da central fruteira O Melro OP antes de serem distribuídas pelo campo. Esta lavagem e desinfeção é sempre

realizada após uso do vasilhame em equipamento próprio. Depois de colhidos, os frutos foram rapidamente encaminhados para a central fruteira, a fim de serem devidamente tratados e arrefecidos para entrar dentro das câmaras de conservação de atmosfera controlada dinâmica. Desde a colheita até à entrada dos frutos nas câmaras de refrigeração, devem ser respeitados períodos curtos, dado que pode ser um fator que pode prejudicar fortemente as características dos frutos durante o processo de conservação. Entre a colheita, os tratamentos e a entrada na câmara para refrigeração passaram apenas cerca de duas horas e segundo as características da cultivar os frutos foram colocados em atmosfera controlada após sete dias, sendo que durante este tempo se procedeu ao arrefecimento dos frutos, ao enchimento completo da câmara e à redução dos teores de oxigénio da atmosfera.

6.2 Tratamento e conservação dos frutos

O processo de tratamento dos frutos é feito recorrendo ao equipamento *drencher* (Figura 2), que mediante um sistema de correntes permite fazer deslocar o vasilhame com os frutos dentro por debaixo de um chuveiro de água que por norma contém as substâncias com capacidade biocida. A água usada antes de chegar ao equipamento passa por um processo de filtragem e higienização a fim de garantir os parâmetros de conformidade com os requisitos da segurança alimentar e HACCP.



Figura 2 - Drencher em funcionamento.

Depois de tratados, os frutos foram encaminhados para a câmara de conservação onde permaneceram seis meses sujeitos às condições de temperatura 0,0-0,5 °C, humidade 90-95% e atmosfera modificadas – O₂ 0,9-1,0%

e CO₂ 0,7-0,9% definidos pela empresa para garantir uma boa conservação dos frutos. Após esse tempo de conservação os frutos foram sujeitos, durante quatro semanas, à atmosfera normal de oxigénio e dióxido de carbono, à temperatura de 0,0-1,5 °C e humidade relativa 90-95%, até serem processados nas linhas de calibragem e embalagem. Este tempo surge como forma de simular o normal funcionamento da central fruteira.

6.3 Modalidades do ensaio

Com o objetivo de avaliar a eficácia de algumas soluções existentes e de novas soluções alternativas no combate aos principais problemas causados por fungos necrotróficos, que podem levar a quebras significativas na qualidade e quantidade da fruta armazenada nas câmaras frigoríficas de atmosfera controlada dinâmica, foi delineado um ensaio que compreendeu as seguintes modalidades:

- Modalidade 1 – ácido acético (AC): os frutos são passados pelo chuveiro do *drencher* durante 40 segundos, que contém uma solução de ácido acético glacial de gradiente alimentar, numa concentração de 4 mg.L⁻¹.
- Modalidade 2 – bicarbonato de potássio (BP): os frutos são passados pelo chuveiro do *drencher* durante 40 segundos, que contém uma solução de bicarbonato de potássio de gradiente alimentar, numa concentração de 2%.
- Modalidade 3 – fludioxonil (SC): os frutos são passados pelo chuveiro do *drencher* durante 40 segundos, que contém uma suspensão do produto comercial Scholar, contendo 230 g.L⁻¹ de fludioxonil, numa concentração de aplicação de 0,25%.
- Modalidade 4 – testemunha (TT): os frutos foram enviados diretamente do campo para o interior da câmara de refrigeração sem qualquer tratamento ou lavagem.

Apenas foi realizado um tratamento em todas as modalidades. O delineamento experimental foi feito em blocos aleatórios, com quatro blocos e quatro modalidades (Figura 3).



Figura 3 - Arrumação da fruta na camara de conservação.

A unidade experimental foi a pallet box, cujo o peso foi verificado numa balança aferida pelas entidades oficiais. Por cada modalidade foram realizadas quatro repetições. As unidades experimentais foram submetidas todas ao mesmo tempo de conservação, tendo sido registado o peso em todas as fases do processo, desde o início da conservação até à última fase de escolha dos frutos, assim como a quantidade de fruta rejeitada em cada fase. O processo de seleção dos frutos foi feito de acordo com as regras da empresa, excluindo no tapete de escolha todos os frutos definidos como refugo ou indústria, independentemente do problema que levou à sua rejeição, sendo posteriormente esse refugo dividido em problemas com origem biótica, como sendo as podridões resultantes da ação de fungos ou outros agentes patogénicos, ou devido a acidentes fisiológicas como sendo o fendilhamento de frutos junto das fossas apical e abissal e outros aspetos físicos que possam ter origem durante o período do pós-colheita (Figura 4).



Figura 4 - Processo de escolha e seleção.

Os parâmetros avaliados foram:

- peso (kg) por desidratação durante o período compreendido entre o início da conservação e o final da conservação – QuebraPeso_1;
- peso da fruta classificada como refugo (kg) com origem em doenças bióticas, independentemente do grau ou intensidade da podridão/lesão – QuebraPeso_2;
- peso da fruta classificada como refugo (kg) com origem em problemas fisiológicos – QuebraPeso_3;
- redução do peso (kg) devido à desidratação, doenças bióticas e acidentes fisiológicos, ocorrida entre o início da conservação e final da conservação – QuebraPeso_Cn.
- peso (kg) total após conservação e seleção face à data da colheita – QuebraPeso_total.

6.4 Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico dos resultados experimentais dos parâmetros relacionados com a quantidade de fruta rejeitada no processo de seleção após os tratamentos e conservação dos frutos foi efetuado no programa estatístico R, com o pacote Rcmdr na versão 4.0.2 de 22-6-2020 e na ferramenta de cálculo Excel do Microsoft Office Casa e Negócios 2016 versão 2312 do Microsoft 365.

Para a variável resposta, a quantidade de fruta rejeitada proveniente dos quatro tratamentos, foi realizado um delineamento fatorial em blocos completos aleatórios, para isolar a possível variação dos resultados e reduzir o erro experimental pela

eliminação das causas externas de variação, tendo sido feito quatro repetições por tratamento.

Foram verificadas a normalidade da distribuição de resultados e a homogeneidade das variâncias dos dados através dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente. Pelo teste de Shapiro-Wilk (Anexo A, apêndice A) foi possível determinar a normalidade de distribuição dos resultados, mas pelo teste de Levene verificou-se a falta de homogeneidade da variância em alguns resultados (Anexo A, apêndice B e C). Foi feita uma análise de variância em blocos aleatórios com a correção dos graus de liberdade de Welch, para estudar a existência de diferenças significativas entre os resultados das diversas modalidades em estudo e as diversas variáveis resposta. Considerou-se um nível de significância de 5% (95% de confiança). Assim, na análise foram consideradas estatisticamente significativas as diferenças entre as médias cuja probabilidade limite do teste utilizado tenha sido inferior a 0,05. Letras diferentes em médias comparadas significa que há diferenças significativas ($p < 0,05$); letras iguais indicam que não há diferenças significativas ($p > 0,05$).

7. Resultados

7.1 Comparação dos valores das reduções de peso

A recolha dos resultados do ensaio foi realizada seis meses após o início da conservação em atmosfera controlada dinâmica mais quatro semanas em atmosfera normal, sendo que os valores registados de refugo tiveram origem na escolha realizada pela empresa de acordo com os pressupostos definidos pelo departamento de qualidade e técnico da empresa, que consoante a intensidade de cada problema classifica a fruta em categorias, isto é, fruta vendável para consumo em fresco ou indústria. No caso da presença de problemas fisiológicos não são aceites enrugamentos, machas e fendilhamento da epiderme dos frutos. Em relação á presença de problemas bióticos, apenas são aceites para venda em fresco podridões ou início de podridões secas e não evolutivas. Após a receção dos frutos na central e durante os processos de seleção, as diversas pesagens foram realizadas, no mesmo equipamento para evitar variações não controladas nos dados finais. Os resultados das pesagens podem ser consultados no Anexo A, apêndice D.

No Quadro 1, o valor do p-value das colunas do peso de $2,45748 \times 10^{-26}$, para um nível de confiança de 95%, permite determinar que existem diferenças estatísticas significativas entre as diversas pesagens, pressupondo numa primeira fase, que existem diferenças na ação de cada tratamento, dada a oscilação dos valores em quilogramas determinados nas quebras resultante da seleção dos frutos.

Quadro 1 - Teste ANOVA com fator duplo de repetição tratamentos para verificar a diferença dos diversos pesos.

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|-------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Amostra | 0,000418745 | 3 | 0,000139582 | 1,381420502 | 0,257136336 | 2,758078296 |
| Colunas | 0,042259219 | 4 | 0,010564805 | 104,5583115 | 2,45748E-26 | 2,525215102 |
| Interações | 0,000902308 | 12 | 7,51924E-05 | 0,744167721 | 0,703095281 | 1,917395899 |
| Dentro | 0,006062534 | 60 | 0,000101042 | | | |
| Total | 0,049642806 | 79 | | | | |

7.2 Redução do peso por desidratação durante a conservação

O teor de humidade, além de ser um fator fundamental para manter a qualidade intrínseca dos frutos quer a nível visual quer das suas características físicas e químicas, apresenta-se como um parâmetro que afeta fortemente o peso dos frutos e a sua variação ao longo de todos os processos desde a colheita dos frutos até ao consumo.

Durante o tempo de conservação, os humidificadores permitem a entrada de água dentro das câmaras sobretudo por nebulização através de aparelhos que introduzem vapor de água a elevada temperatura dentro das câmaras de conservação, permitindo que as partículas de água com o auxílio de ventiladores, percorram todas as áreas da câmara, hidratando assim todos os frutos. No entanto, com o natural metabolismo dos frutos existirá sempre alguma água que será perdida pela respiração, pretendendo-se procurar alguma influência no peso dos frutos derivado da desidratação que possa influenciar o peso dos frutos após conservação, pela ação de alguns dos tratamentos.

Em valor absoluto, uma das unidades tratadas com o fludioxonil, apresenta a maior redução de peso com 9,45 kg, representado uma quebra de 3,9%, por outro lado, existe uma amostra neste tratamento que representa a menor quebra de peso. O lote dos frutos tratados com ácido acético, apresenta em média dos valores menores de quebra de peso com 4,67 kg e existe uma unidade da amostra que apenas perdeu 2,59 kg, o que representa uma quebra de 1,1% do peso inicial. O valor médio de quebra de peso é de 5,79 kg que representa 2,4% do peso dos frutos no início da conservação.

Do tratamento estatístico (Quadro 2 e Anexo A, apêndice F), através do teste ANOVA de fator único, o valor de p-value de 0,697367574, calculado para um nível de significância 0,05, não rejeita a hipótese nula, permitindo verificar que não existem diferenças significativas na quebra de peso das amostras independentemente dos tratamentos realizados.

Quadro 2 - Teste ANOVA para a quebra de peso por desidratação durante o processo de conservação.

| Tratamentos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|---|
| AC | 4 | 0,077914529 | 0,019478632 | 0,000101929 | a |
| BP | 4 | 0,103449991 | 0,025862498 | 2,17309E-05 | a |
| SC | 4 | 0,104223084 | 0,026055771 | 0,000196312 | a |
| TT | 4 | 0,10279399 | 0,025698498 | 1,61711E-05 | a |

7.3 Redução do peso com origem em podridões

A atividade dos agentes patogénicos no período de conservação, segundo determinadas condições, pode representar, sob a forma de frutos sem aproveitamento comercial, uma quebra muito significativa.

Em termos absolutos, uma das unidades de amostragem tratadas com ácido acético representa o valor mais elevado de perda de frutos com 3,25 kg e um valor percentual de 1,4%. Em média, os frutos tratados com ácido acético apresentam um valor de quebras mais elevadas com 2,75 kg que representa 1,2% de perda de frutos face ao peso após conservação. Por outro lado, os frutos tratados com fludioxonil, apresentam as menores quebras em valor absoluto e em percentagem, 0,20 kg e 0,1% respetivamente, e em valor médio 0,25 kg e 0,1%.

De notar que os frutos tratados com ácido acético apresentam em média de quebra de peso por podridões muito semelhante à quebra de peso da modalidade testemunha (2,38 kg e 1,0%).

Do tratamento estatístico (Quadro 3 e Anexo A, apêndice G), através do teste ANOVA de fator único, o valor de p-value calculado de $3,92709 \times 10^{-8}$, para um nível de significância 0,05, rejeita a hipótese nula, permitindo verificar que existem diferenças significativas entre a quebra de peso das unidades de amostragem dependendo dos tratamentos realizados. Estes resultados confirmam que há três grupos homogêneos, pois há diferenças significativas na quebra de peso por podridões entre todos os tratamentos exceto entre o tratamento com ácido acético e a modalidade testemunha.

Quadro 3 - Teste ANOVA para a quebra de peso por podridões.

| Tratamentos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|-------------|----------|----------|-------|-------------|---|
| AC | 4 | 0,046983 | 0,012 | 3,53152E-06 | c |
| BP | 4 | 0,023862 | 0,006 | 2,55316E-07 | b |
| SC | 4 | 0,004295 | 0,001 | 2,08727E-08 | a |
| TT | 4 | 0,040991 | 0,01 | 9,22575E-07 | c |

7.4 Redução do peso com origem em acidentes fisiológicos

Os acidentes fisiológicos têm na sua maioria origem ainda no campo antes da colheita, podendo ser potenciados ou desencadeados pelas condições de conservação. Para a avaliação deste tipo de problemas foram contabilizados os fendilhamentos em ambas as fossas, apical e abissal dos frutos, e qualquer alteração física da epiderme que não tenha tido origem em agentes patogénicos.

Dos resultados obtidos, verifica-se que frutos tratados com fludioxonil, apresentam valores mais altos de quebras com origem em problemas fisiológicos.

Em valor absoluto, os frutos tratados com fludioxonil apresentam uma unidade de amostragem com 5,27 kg de quebra que representa 2,3% em relação ao peso após a conservação, e em valor médio o lote de fruta tratado com fludioxonil apresentam uma quebra de 4,88 kg e 2,1% face ao início da conservação. Por outro lado, os frutos tratados com ácido acético apresentam valores mais baixos de quebras. Em valor absoluto uma das unidades de amostragem apresenta 2,18 kg de quebras que representa 0,9% de quebra de peso face ao peso pós conservação. Em valor médio, os frutos tratados com ácido acético apresentam um valor de 2,38 kg que equivale a 1,0% de quebra face ao peso após o período de conservação.

Do tratamento estatístico (Quadro 4 e Anexo A, apêndice H), através do teste ANOVA de fator único, o valor de p-value calculado de $1,35 \times 10^{-06}$, para um nível de significância 0,05, rejeita a hipótese nula, permitindo verificar que existem diferenças significativas entre a quebra de peso das unidades de amostragem dependendo dos tratamentos realizados.

Também aqui há três grupos homogéneos, pois há diferenças significativas na quebra de peso com origem em problemas fisiológicos entre todos os tratamentos exceto entre o tratamento com ácido acético e a modalidade testemunha.

Quadro 4 - Teste ANOVA para a quebra de peso com origem em problemas fisiológicos.

| Grupos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|--------|----------|------------|----------|-------------|---|
| AC | 4 | 0,04061624 | 0,010154 | 3,30812E-07 | a |
| BP | 4 | 0,06514824 | 0,016287 | 1,33387E-06 | b |
| SC | 4 | 0,08385956 | 0,020965 | 1,78288E-06 | c |
| TT | 4 | 0,0474342 | 0,011859 | 5,66744E-06 | a |

7.5 Redução do peso na conservação

O valor da redução do peso na conservação resulta da diferença entre o peso dos frutos pós-conservação e a soma das quebras de peso com origem na desidratação, da atividade dos agentes patogénicos e dos acidentes fisiológicos.

Da comparação dos dados obtidos, os lotes de frutos tratados com o fludioxonil, apresentam em valor absoluto e em percentagem a maior quebra de peso em todas as unidades de amostragem com 14,98 kg e 6,4%, respetivamente. Em valor medio também estes frutos representam as maiores quebras com 11,38 kg e 4,9% face ao peso no pós-conservação.

No lado oposto os frutos tratados com ácido acético apresentam os valores mais baixos de quebras em termos médios. Este lote contém uma unidade de amostragem com quebra com 8,31 kg, sendo o segundo valor mais baixo de quebras, que representa uma quebra de 3,6% em termos absolutos e em valores médios existe uma quebra de 9,8 kg e de 4,2% face ao peso dos frutos pós-conservação. Apesar das diferenças verificadas nas quebras de peso respeitante a cada tratamento, o tratamento estatístico (Quadro 5 e Anexo A, apêndice I), através do teste ANOVA de fator único, o valor de p-value calculado de 0,67677634, para um nível de significância 0,05, não rejeita a hipótese nula, permitindo verificar que não existem diferenças significativas entre a quebra de peso das amostras independentemente dos tratamentos realizados.

Quadro 5 - Teste ANOVA para as quebras de peso durante a conservação.

| Grupos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|--------|----------|-------------|-------------|-------------|---|
| AC | 4 | 0,167388541 | 0,041847135 | 7,85771E-05 | a |
| BP | 4 | 0,195277185 | 0,048819296 | 4,08869E-05 | a |
| SC | 4 | 0,19579773 | 0,048949433 | 0,000221905 | a |
| TT | 4 | 0,193983233 | 0,048495808 | 2,71109E-05 | a |

7.6 Redução do peso total em relação à colheita

O valor de quebra de peso total resulta da diferença entre o peso dos frutos pós-conservação e seleção e o peso dos frutos antes do início da conservação, isto é, á colheita.

Da comparação dos dados obtidos, os lotes de frutos tratados com o fludioxonil, apresentam em valor absoluto e em percentagem a maior quebra de peso de todas as unidades de amostragem com 24,43 kg e 10,10%, respetivamente. Em valor médio, também este tratamento representa as maiores quebras com 17,63 kg e 7,4% face ao peso inicial antes da conservação e após os tratamentos e conservação.

No lado oposto os frutos tratados com ácido acético apresentam os valores médios mais baixos com quebras de 14,47 kg que representa 6% face ao peso inicial. No entanto, a unidade de amostragem que apresenta uma menor quebra em valor absoluto foi tratada com fludioxonil com 8,33 kg de refugo que representa uma quebra de 3,5% face ao peso dos frutos á colheita.

Apesar das diferenças numéricas verificadas nas quebras de peso respeitante a cada tratamento, o tratamento estatístico (Quadro 6 e Anexo A, apêndice J), através do teste ANOVA de fator único, o valor de p-value calculado de 0,683762, para um nível de significância 0,05, não rejeita a hipótese nula, permitindo verificar que não existem diferenças significativas na redução do peso das amostras independentemente dos tratamentos realizados.

Quadro 6 - Teste ANOVA para comparar o peso inicial e o peso final de fruta aproveitada após a conservação

| Grupos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|--------|----------|----------|-------------|------------|---|
| AC | 4 | 0,241777 | 0,060444339 | 0,00033242 | a |
| BP | 4 | 0,293588 | 0,073396989 | 0,00011338 | a |
| SC | 4 | 0,294296 | 0,073574073 | 0,00077878 | a |
| TT | 4 | 0,291732 | 0,072932905 | 7,7791E-05 | a |

8. Discussão

Tendo em conta a necessidade de estudar a presença de algum fator externo não controlado ou perceptível, dado que as condições de produção, conservação e processamento foram iguais, variando apenas o tipo de tratamento, foi importante verificar se em algum dos lotes de frutos os valores das pesagens eram suficientemente grandes ou variáveis afim de concluir que a presença de algum fator de variação externo, não contemplado, pudesse de alguma forma fazer variar os dados e comprometer os resultados. Através do tratamento estatístico foi possível verificar que existem diferenças significativas entre os valores das pesagens, no entanto a pouca variabilidade entre os valores, para aquilo que é o normal funcionamento da empresa, permite afirmar não existirem fatores de variabilidade externa suficientes para modificar as conclusões.

Dado o período da conservação em que os frutos estão expostos a condições extremas de temperatura, humidade e a uma atmosfera com uma percentagem de gases muito de específica, haverá, necessariamente, uma redução do peso dos frutos, pela manutenção do metabolismo dos mesmos, que será tanto mais intenso quanto maior for o tempo de conservação ou então quando a reposição de humidade aos frutos durante o processo não consegue garantir a máxima manutenção do peso face ao peso no início da conservação.

Devido à disposição dos frutos ao longo da câmara de conservação, torna-se difícil uma completa reposição do peso total dos frutos na forma de água, no entanto era preciso verificar se a aplicação dos tratamentos contribui para uma variação da desidratação dos frutos, dado que o processo de desidratação dos frutos, mesmo em condições ótimas de conservação, existe sempre, variando a sua intensidade

consoante as condições de conservação. Dada a aplicação de sais e ácidos poderem ser agressivos para a epiderme dos frutos, a avaliação das pesagens e do resultado do tratamento estatístico determina que apesar da diferença de pesagens entre a menor e a maior quebra de peso, verifica-se que não existiram diferenças significativas, entre os tratamentos realizados no trabalho experimental, pelo que podemos verificar que nenhum dos tratamentos influencia negativa ou positivamente a intensidade da desidratação dos frutos.

Relativamente aos resultados dos tratamentos, com o objetivo de controlar os agentes patogénicos, a carga de inicial de inóculo destes agentes bióticos na epiderme é preponderante para o sucesso da conservação, resultando nas menores quebras possíveis de frutos e conseqüentemente uma redução da quantidade de fruta classificada com refugo na central e sem aproveitamento para consumo. Esta carga inicial de inóculo pode ter diversas origens, estando dependente das condições em que os frutos foram produzidos no campo, transportados para a central, processados até entrar em conservação e das condições em presença dos agentes patogénicos encontrados nas superfícies e atmosfera dentro das câmaras de conservação, resultado da forma como são realizadas as operações de higienização dos diversos componentes.

Apesar de se poder considerar que em valor absoluto a diferença dos pesos entre as maiores e as menores quebras não é grande, é de ressaltar que mesmo a presença de uma pequena quantidade de frutos dentro de uma câmara com sintomas ou lesões mais ou menos extensas resultante da atividade de fungos, pode condicionar de forma significativa a qualidade da conservação e todo o processamento dos frutos até ao consumidor, podendo levar a quebras significativas no final do ciclo. Sendo de esperar uma maior eficácia no tratamento com o fludioxonil dada a sua alta especificidade para controlar a ação deste tipo de agentes bióticos, a aplicação de sais de bicarbonato também permitiu uma eficácia relevante no combate a estes agentes. Em sentido oposto, a aplicação do ácido acético teve um desempenho pior que a testemunha, pelo que, tendo em conta as mesmas condições de produção e acondicionamento, a aplicação deste ácido pode contribuir para uma maior atividade dos fungos existentes dentro das câmaras de conservação, isto porque apresenta em valor médio e absoluto as maiores perdas. Dada a persistência ao longo da conservação da grande parte dos agentes patogénicos, a perda de frutos tratados com ácido acético pode resultar da falta de persistência do mesmo e eventualmente de alguma toxicidade que resulta na degradação da epiderme dos frutos, permitindo o desenvolvimento do micélio dos fungos para dentro da polpa dos frutos. Um aspeto a ter em conta é que a acidificação da superfície dos frutos pode favorecer o desenvolvimento dos fungos, porque, de um modo geral, os fungos são ligeiramente acidófilos. A aplicação do fludioxonil revela-se a solução mais eficaz no combate às doenças que levam à perda de frutos, resultando em média na perda de 0,1% dos frutos em termos de

peso, em oposição as quebras em média de 1,0% e 1,2% em relação ao lote não tratado e tratamento com ácido acético, respetivamente.

Dentro dos acidentes fisiológicos detetados, verificou-se sobretudo fendilhamento na fossa peduncular dos frutos, sendo que este sintoma é muitas vezes associado ao estado de maturação dos frutos, com uma maior tendência de aparecimento desta fisiopatia quanto mais avançada estiver a maturação dos frutos, pelo que afirmamos, que a incidência desta anomalia é potenciada pelo normal metabolismo dos frutos. Outra causa possível deste sintoma é o contacto por tempo relativamente longo com a água dos tratamentos pós-colheita e outras substâncias passíveis de causar toxicidade na epiderme dos frutos e daí a importância de garantir uma total secagem da epiderme dos frutos antes da entrada na câmara de conservação. Verifica-se que a testemunha e a aplicação de ácido acético apresentam em média os valores mais baixos, 1,2% e 1,0% respetivamente, em termos de quebra de peso com origem em fisiopatias, por outro lado a aplicação de fludioxonil, com 2,1% de média de quebras apresenta valores mais elevados de fisiopatias visíveis no processo de seleção de frutos, pelo que a sua aplicação poderá potenciar o aparecimento deste tipo de problemas e consequentemente contribuir para o aumento das quebras de frutos durante o processo de conservação.

Tendo em conta as diferenças verificadas no resultado dos tratamentos, face às diversas avaliações, isto porque foram determinadas diferenças significativas na quebra de peso resultante das podridões e dos problemas fisiológicos, é importante verificar se entre o somatório das quebras e a diferença para o peso dos frutos no início da conservação existem diferenças significativas. Pelo tratamento estatístico, verifica-se que não existem quebras significativamente diferentes. Dos valores obtidos verifica-se que em média a variação das quebras é tendencialmente maior no tratamento com o fludioxonil, por um lado representa as menores quebras no que respeita à presença de podridões, e por outro representa as maiores quebras devido aos problemas fisiológicos.

Em relação ao total de quebras durante o período de conservação e até à seleção, o valor médio de quebras é superior nos lotes tratados com o fludioxonil e menor nos lotes tratados com ácido acético, no entanto as diferenças verificadas tendo em conta o tratamento estatístico não são significativamente diferentes, podendo assim afirmar-se que não existem diferenças nas quebras quantificadas. Apesar destes valores, em termos absolutos as diferenças de peso verificadas podem ser definidas como importantes, dado que 0,7% de diferença entre os dados da aplicação do ácido acético e do fludioxonil, já representa uma quebra significativa quer em quantidade quer em valor económico, em contexto normal de funcionamento da empresa. Um ponto relevante a ter em atenção é o facto da testemunha, não sofrendo qualquer tratamento conseguir ter um resultado em tudo semelhante aos demais tratamentos podendo-se afirmar que o sucesso da

conservação, esta dependente não só dos diversos tratamentos realizados, mas de toda uma sucessão de processos com critérios de cumprimento obrigatórios.

A determinação do valor da perda total pressupõe quantificar a perda total de peso dos frutos durante todo o processo de conservação em relação à colheita. Esta avaliação demonstra de uma forma ampla as reais perdas totais de fruta, independentemente da razão da desclassificação dos frutos. Este valor permite de uma forma aproximada determinar as quebras prevista face à colheita realizada. Este valor tem uma tendência crescente à medida que o tempo de conservação é prolongado. Na empresa onde foi realizado o delineamento experimental, tem como histórico, dependendo do ano agrícola e das condições de conservação, um valor de fruta classificada de indústria que varia entre o 5% e 10%.

Em relação aos tratamentos realizados, a média total de desperdício face a todos os tratamentos é de 7%, pelo que a realização dos tratamentos não contribui de forma negativa para o aumento da percentagem de fruta classificada como não apta para a comercialização, ou seja para consumo em fresco e sem qualquer transformação a nível industrial, mas por outro lado, também não reduziu significativamente os valores de quebras normalmente verificados no processo normal de funcionamento e estratégia da empresa.

No caso do tratamento com a substância ativa fludioxonil, onde se verifica a maior percentagem de quebras, 7,4% em relação à colheita, o valor mantém-se praticamente igual à média de todos os tratamentos, mesmo face aos 6,0% de quebras resultantes da aplicação do ácido acético cujo valor acaba por não se afastar da média de todos os tratamentos.

De acordo com o resultado estatístico, os valores calculados, permitem verificar que não existem diferenças significativas entre as diferenças de peso à colheita e o total de fruta com aproveitamento após o período de conservação, seleção e embalamento. Por este facto e analisando apenas os dados estatísticos pode ser afirmado que a realização dos diversos tratamentos definidos no delineamento experimental, não contribuem de forma eficaz para a redução das quebras de peso de frutos, isto porque a testemunha, ou seja, o lote de fruta não tratada apresenta melhores resultados, que todos os tratamentos, à exceção do ácido acético, apesar de marginais, podendo-se afirmar que o tratamento com os sais de bicarbonato e o fludioxonil contribuem de forma ativa para um aumento ligeiro da quebra de peso desde a colheita até à seleção dos frutos antes dos embalamento, contribuindo para este aspeto a maior percentagem de problemas fisiológicos verificados quando foram realizados estes dois tratamentos, mas no entanto apresentam os melhores contributos para o combate aos agentes patogénicos responsáveis por possíveis quebras elevadas de frutos dentro das estações fruteiras.

Tendo em conta um dos pressupostos do delineamento experimental que pretendia avaliar a quantidade de fruta perdida pela ação dos agentes patogénicos, foi possível verificar uma maior eficácia do tratamento do fludioxonil seguido do sal

de bicarbonato e em valores semelhantes o ácido acético e a modalidade não tratada. Em todas as modalidades, à exceção da não tratada cujo custo do tratamento não existe, nas restantes modalidades o valor da logística de tratamento é igual, tendo em conta a mesma forma de preparação das caldas, que se baseia unicamente na diluição ou suspensão dos produtos utilizados no volume de água necessário à realização do tratamento.

Relativamente ao custo de cada tratamento, contabilizando apenas o preço, atualizado para o ano do ensaio, este é determinado pela divisão da quantidade necessária e o respetivo valor, pela quantidade de fruta tratada. O esquema de tratamento tendo em conta a normal logística de trabalho e para garantir a qualidade da água durante o tratamento, é definido por ciclos de tratamento de cinquenta toneladas de frutos, sendo que cada vez que este volume de fruta é processado, é preparada uma nova solução de tratamento. Os valores calculados determinaram um valor de 0,006 euros por quilograma na modalidade do fludioxonil, 0,001 euros por quilograma para o bicarbonato e 0,0006 euros por quilograma para o ácido acético.

Tendo em conta os valores médios de quebras, a modalidade fludioxonil, sendo a mais eficaz em relação ao controlo de agentes patogénicos, teve 0,1% de refugo, enquanto a modalidade do ácido acético teve 1,2% de média. A diferença entre elas é de 1,1%, que num ciclo de tratamentos de cinquenta toneladas, representa 550 kg de fruta. Tendo em conta a variabilidade da valorização dos frutos em função do ano agrícola, o valor da fruta perdida pode ser maior ou menor que o valor do tratamento. Para o ano em questão, a valorização média dos calibres à saída para o mercado foi de cerca de um euro, pelo que o custo do tratamento para o ano da realização do delineamento experimental, é inferior ao valor da quebra de frutos por ação dos agentes patogénicos. Este valor tende a equiparar-se à medida que são contabilizados todos os custos da logística do tratamento, pelo que em determinados anos, poderá ser ponderado a mais-valia do tratamento desde que sejam garantidos todos os pressupostos que garantam uma boa conservação dos frutos. De qualquer forma, a aplicação dos tratamentos pós-colheita servirá como uma segurança para as estações fruteiras no sentido de mitigar quaisquer problemas de maior expressão dentro das câmaras de conservação quando alguns fatores que possam conduzir a um maior desenvolvimento dos agentes bióticos não tenham sido considerados.

9. Considerações finais

Não obstante a importância económica das diversas quebras registadas, com os custos crescentes inerentes a cada operação, a redução de peso por desidratação e acidentes fisiológicos, desde que ligeiros, permitem a venda para consumo em fresco dos frutos, sendo que a presença de agentes bióticos em lesões nos frutos, independentemente da sua extensão, resulta numa caracterização dos frutos para indústria. Este aspeto assume uma posição

preponderante na avaliação das quebras de peso dos frutos e justifica a realização de tratamentos pós-colheita para garantir a manutenção das características dos frutos durante a conservação e permitir a sua expedição para o mercado.

Apesar de não existirem valores significativamente diferentes entre as quebras registadas durante a conservação, resultante da soma dos valores de desidratação, da ação de agentes patogénicos e dos acidentes fisiológicos face à quebra de peso total em relação à fase da colheita. A exclusão completa dos frutos com lesões causadas por agentes patogénicos, independentemente da sua natureza e da capacidade de destruir de forma mais ou menos intensa a polpa e epiderme dos frutos, determinará a necessidade da realização de tratamentos pós-colheita nas centrais fruteiras que façam armazenamento e processamento de maçã. A contaminação dos frutos e conseqüente proliferação dos agentes patogénicos ao longo das áreas de armazenamento e processamento, pode condicionar de forma importante a qualidade e salubridade dos frutos que entram na cadeia de distribuição e assim potenciar o aumento do desperdício alimentar.

A quebra registada durante o processo de conservação dos frutos está dependente de vários fatores de elevada importância, como sendo o método de produção, o manuseamento dos frutos, a higienização das centrais fruteiras e o respeito pelas exigências de cada fruto, relativamente aos parâmetros de conservação, contribuindo de uma forma muito positiva para a redução de quebras por ação dos agentes patogénicos.

Apesar da aplicação do fludioxonil, poder de alguma forma induzir ao aparecimento de problemas fisiológicos com 2,1% de frutos perdidos, a sua capacidade de mitigar a ação dos agentes patogénicos, resultando a sua aplicação numa média de quebras de 0,1% de frutos, torna-o uma solução altamente eficaz a ter em conta nos tratamentos pós-colheita. Este ponto torna-se também importante pelo facto de reduzir fortemente a presença de diversos agentes biológicos que aumentam fortemente a carga microbiana e que podem contaminar os diversos componentes da central fruteira.

Em semelhança, a aplicação de sais de bicarbonatos, apresentam um valor por ordem decrescente de 1,6% de frutos perdidos por problemas fisiológicos e com uma quebra de frutos por ação de agentes patogénicos em média de 0,6%. Estes resultados tornam os sais de bicarbonatos numa solução possível a ter em conta na realização de tratamentos pós-colheita, e apesar de ter apenas a classificação de aditivo alimentar, demonstra uma ação interessante sobre agentes patogénicos além de contribuir para um setor mais sustentável a nível ambiental, pela redução da utilização de produtos fitofarmacêuticos e pela redução de resíduos de pesticidas nos produtos alimentares.

Em contrapartida a aplicação de ácido acético enquanto aditivo alimentar apresenta os maiores valores em média de fruta perdida pela ação dos agentes bióticos, que em combinação com vapores e cheiros criados durante a aplicação

dificulta a sua utilização, devendo ser uma solução a não considerar aquando da realização de tratamentos pós-colheita.

Uma conclusão importante a reter é facto das condições de produção e conservação dos frutos terem um papel importante na redução das quebras de fruta dentro das centrais fruteiras, considerando para tal os resultados da testemunha, com valores de quebras muito semelhantes aos diversos tratamentos. Com esta evidência e tendo em conta a logística e custo associada aos tratamentos pós-colheita, no caso em que as condições para garantir o sucesso da conservação estejam garantidas, as centrais fruteiras deverão ponderar a realização dos tratamentos dos frutos, dado em determinadas situações não trazer vantagens suficientemente importantes para a sua realização para esta variedade de maçã nestas condições de produção e conservação, apesar de ser sempre uma garantia de segurança caso alguma etapa do processo produtivo e de conservação não tenha sido corretamente executada.

10. Referências Bibliográficas

- Acuña, L. E., Aguirre, C., Burdyn, L., Carbajo Romero, M. S., Cocco, M., Colodner, A., Comerio, R. M., Di Masi, S. N., Flores, C. R., Frusso, E., Garrán, Sergio Mario Mitidieri, Mariel Silvina Neuman, Miguel Ángel Rodríguez Romera, Mariela Carmen Rossini, Mirta Scribano, Francisco Rolando Torres Leal, Guillermo Vázquez, Daniel Eduardo Velázquez, Pablo Daniel Vera Macaya, Diana Lorena Ziaurriz, S. A., Soledad, R. C. M., Cocco, M., Colodner, A., Comerio, R. M., Di Masi, S. N., Flores, C. R., Frusso, E., Garrán, S. M., ... Ziarriz, S. A. (2019). *Manual de poscosecha de frutas: manejo integrado de patógenos* (1º Ed.). INTA
- Alvaro, A. H. (1982). *Enfermedades y fisiopatías de peras y manzanas em conservacion frigorífica* (1º Eds). INO-Reproducciones, S.a. Lérida
- Amaro, P. (2003). *A Protecção Integrada*. (1ºEdi). ISA Press.
- Amiri, A., Mulvaney, K. A., & Pandit, L. K. (2017). First Report of *Penicillium expansum* Isolates With Low Levels of Resistance to Fludioxonil From Commercial Apple Packinghouses in Washington State. *Plant Disease*, 101(5), 835. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-16-1353-PDN>
- Amiri, S., Nicknam, Z., Radi, M., Sayadi, M., Bagheri, F., Karimi Khorrami, N., & Abedi, E. (2021). Postharvest quality of orange fruit as influenced by salicylic acid, acetic acid, and carboxymethyl cellulose coating. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(5), 3912–3930. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00966-y>
- Anese, R. de O., Thewes, F. R., Brackmann, A., Schultz, E. E., Wagner, R., Klein, B., Berghetti, M. R. P., & Wendt, L. M. (2020). Growth regulators on quality traits and volatile organic compounds profile of 'Royal Gala' apple at harvest and after dynamic controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 164(December 2019), 111158. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111158>
- Antunes, M. D. C., Costa, P., Miguel, M. G., Martins, D., Neves, M. A., Martins, M. A., & Gomes, C. (2008). THE EFFECT OF POSTHARVEST TREATMENTS WITH SODIUM BICARBONATE OR ACETIC ACID ON STORAGE ABILITY AND QUALITY OF FIG FRUIT. *Acta Horticulturae* 798, 798, 279–284. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.798.40>
- Blanc, M., Chaisse, E., Fort, G., Fougeroux, A., Gendrier, J.-P., & Reboulet, J.-N. (1981). *Guide de Protection Raisonnée*. (1º Ed.). Le Carrous.
- Brackmann, A. (2004). Armazenamento em atmosfera controlada. *FrutasdoBrasil*39, 8, 67–95. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Hq7yGQcZwJ5WMD5ncQWsnvv/?lang=pt>. Acedido a 14-12-2020
- Brandhorst, T. T., & Klein, B. S. (2019). Uncertainty surrounding the mechanism and safety of the post-harvest fungicide fludioxonil. *Food and Chemical Toxicology*, 123, 561–565. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.11.037>
- Britt, E., Bosch, Y., Perren, S., Naef, A., Frey, J. E., & Buhlmann, A. (2021). The apple fruit microbiome: influence of orchard management, cultivar, storage time and storage atmosphere. *Acta Horticulturae*, 1325, 317–324. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1325.44>
- Carvalho, F. (2008). *A macieira - sistemas de condução e poda*. Litexa Edi
- Casals, C., Teixidó, N., Viñas, I., Silvera, E., Lamarca, N., & Usall, J. (2010). Combination of hot water, *Bacillus subtilis* CPA-8 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest brown rot on peaches and nectarines. *European Journal of Plant Pathology*, 128(1), 51–63. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9628-7>
- Colodner, A. (2011). OPTIMIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN LA LÍNEA DE EMPAQUE DE MANZANAS (*Malus domestica*, Borkh).[Tese de mestrado]. Universidade de Bolonha.

- Conway, W. S., Leverentz, B., Janisiewicz, W. J., Blodgett, A. B., Saftner, R. A., & Camp, M. J. (2004). Integrating heat treatment, biocontrol and sodium bicarbonate to reduce postharvest decay of apple caused by *Colletotrichum acutatum* and *Penicillium expansum*. *Postharvest Biol. Technol.*, *34*(34), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.05.011>
- Coutinho, T. C., Ferreira, M. C., Rosa, L. H., de Oliveira, A. M., & Oliveira Júnior, E. N. de. (2020). *Penicillium citrinum* and *Penicillium mallochii*: New phytopathogens of orange fruit and their control using chitosan. *Carbohydrate Polymers*, *234*, 115918. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.115918>
- Deuchande, T., Carvalho, S. M. P., Guterres, U., Fidalgo, F., Isidoro, N., Larrigaudière, C., & Vasconcelos, M. W. (2016). Dynamic controlled atmosphere for prevention of internal browning disorders in ‘Rocha’ pear. *LWT - Food Science and Technology*, *65*, 725–730. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.075>
- DGAV, ANIPLA, CAP, CONFAGRI, CNA, AJAP, & DRAPLVT. (2020). *Código de Conduta na Aplicação de Produtos Fitofarmacêuticos* (DGADR-DSPF). Disponível em: <https://www.dgav.pt/destaques/imprensa/codigo-de-conduta-na-aplicacao-de-produtos-fitofarmacaceuticos-2/>. Acedido a 18-01-2022.
- Diretiva 95/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. (1995). *Jornal Oficial das Comunidades Europeias Nº L 61/1 de 18.03.1995, L61/1(7)*, 1–40. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:31995L0002>. Acedido a 04-02-2022
- Echeverría, G., López, M. L., & Soria, Y. (2013). Calidad en fruta fresca: Manzana, pera e melocotón. Em I. Viñas, I. Recasens, J. Usall, & J. Graell (Eds.), *Poscosecha de pera, manzana y melocotón* (Mundiprens, pp. 11–41). Disponível em: [http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1442/5/Capitulo 2.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1442/5/Capitulo%202.pdf). Acedido a 27-12-2021
- Errampalli, D. (2004). Effect of fludioxonil on germination and growth of *Penicillium expansum* and decay in apple cvs. Empire and Gala. *Crop Protection*, *23*(9), 811–817. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.12.010>
- Errampalli, D., Northover, J., Skog, L., Brubacher, N. R., & Collucci, C. A. (2005). Control of blue mold (*Penicillium expansum*) by fludioxonil in apples (cv Empire) under controlled atmosphere and cold storage conditions. *Pest Management Science*, *61*(6), 591–596. <https://doi.org/10.1002/ps.1010>
- FAO. (1965). *Specificatoins for the identity and purity of food additives and their toxicological evaluation: Some antimicrobials, antioxidants, emulsifiers, stabilizers, flour-treatment agents, acids, and bases. Ninth report of the joint FAO/WHO Expert Committee and*. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9241203390>. Acedido em 04-02-2022.
- FAO. (2011). Global food losses and food waste e – Extent, causes and prevention. Em *Food Loss and Food Waste: Causes and Solutions*. <https://doi.org/10.4337/9781788975391>
- FAO. (2019). *The state of food and agriculture 2019 - Moving forward on food loss and waste reduction*. <https://doi.org/10.4324/9781315764788>
- Feio, M. (1991). *Clima e Agricultura - Exigencias climaticas das principais culturas e potencialidades agricolas da nosso clima*. DGPA.
- Font, I. (2021). La manzana, un clásico en renovación contante. *Revista de Fruticultura*, 72–80. <https://doi.org/B-37754-2009>
- Gaskins, V. L., Vico, I., Yu, J., & Jurick, W. M. (2015). First Report of *Penicillium expansum* Isolates With Reduced Sensitivity to Fludioxonil From a Commercial Packinghouse in Pennsylvania. *Plant Disease*, *99*(8), 1182. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-14-1161-PDN>
- Graell, J. (2013). Tecnologia de almacenamiento: Instalaciones de frio y Atmosfera controlada. Em I.

- Viñas, I. Recasens, J. Usall, & J. Graell (Eds.), *Poscosecha de pera, manzana y melocotón* (pp. 117–156). Mundiprensa
- Hassan, O., & Chang, T. (2017). Chitosan for Eco-friendly Control of Plant Disease. *Asian Journal of Plant pathology*, 11(11), 53–70. <https://doi.org/10.3923/ajppaj.2017.53.70>
- INE. (2021a). *Estatística Agrícola 2020*. Instituto Nacional de Estatística IP.Lisboa
- INE. (2021b). Instituto Nacional de Estatística IP. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main. Acedido a: 27/12/2021.
- Information, N. C. for B. (2004). *Resumo do Composto PubChem para CID 516893, bicarbonato de potássio*. PubChem Bethesda (MD). Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-bicarbonate>. Acedido a 18-01-2022
- Jamar, L., Lefrancq, B., & Lateur, M. (2007). Control of apple scab (*Venturia inaequalis*) with bicarbonate salts under controlled environment. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 114(5), 221–227. <https://doi.org/10.1007/BF03356221>
- Jiang, W., Chen, X., Liu, F., & Pan, C. (2019). Residue Distribution, Dissipation Behavior, and Removal of Four Fungicide Residues on Harvested Apple after Waxing Treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(8), 2307–2312. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06254>
- KC, A., & Rasmussen, A. (2021). In-Season Monitoring of Postharvest Rot Pathogens on European Pears (*Pyrus communis*) in Southern Oregon and Subsequent Management Strategies. *Plant Health Progress*, 22(1), 47–57. <https://doi.org/10.1094/PHP-07-20-0057-RS>
- Klein, J. D., & Lurie, S. (1990). Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 115(2), 265–269.
- Leeson, G. R., & Crisp, P. (2004). FOOD ADDITIVE AS AN ORGANIC FUNGICIDE FOR POWDERY MILDEW - ECOCARB. *Acta Horticulturae* 648, 648, 205–208. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.648.24>
- Leverentz, B., Janisiewicz, W. J., Conway, W. S., Janisiewicz, W. J., Saftner, A., & Camp, M. J. (2000). Combining yeasts or a bacterial biocontrol agent and heat treatment to reduce postharvest decay of Gala apples. *Postharvest Biol. Technol.*, 21, 87.
- Li, H. X., & Xiao, C. L. (2008). Characterization of Fludioxonil-Resistant and Pyrimethanil-Resistant Phenotypes of *Penicillium expansum* from Apple. *Phytopathology*®, 98(4), 427–435. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-98-4-0427>
- Li, Y., Han, L., Zhang, Y., Fu, X., Chen, X., Zhang, L., Mei, R., & Wang, Q. (2013). Biological Control of Apple Ring Rot on Fruit by *Bacillus amyloliquefaciens* 9001. *Plant Pathology Journal*, 29(2), 168–173. <https://doi.org/10.5423/PPJ.SI.08.2012.0125>
- Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments. Em S. Lurie (Ed.) *Postharvest heat treatments* (pp. 257–269). Postharvest
- Lurie, Susan. (1998). Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14(3), 257–269. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00045-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00045-3)
- Lurie, Susan, & Pedreschi, R. (2014a). Fundamental aspects of postharvest heat treatments. *Horticulture Research*, 1(March), 1–7. <https://doi.org/10.1038/hortres.2014.30>
- Lurie, Susan, & Pedreschi, R. (2014b). Fundamental aspects of postharvest heat treatments. *Horticulture Research*, 1. <https://doi.org/10.1038/hortres.2014.30>
- Magdalena, Jorge Carlos, Fernandez, D., Di Prinzio, A., & Behmer, S. (2010). Tecnología de aplicación de

- agroquímicos. Em J. Carlos Magdalena, B. Castillo Herrán, A. Di Prinzio, I. Homer Bannister, & J. Villalba (Eds.), *CYTED Red «Pulso» (107RT0319)* (pp. 17–25). INTA.
- Mari, M., Bertolini, P., & Pratella, G. C. (2003). Non-conventional methods for the control of post-harvest pear diseases. *Journal of Applied Microbiology*, *94*(5), 761–766. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01920.x>
- Mari, Marta, Bautista-baños, S., & Sivakumar, D. (2016). Decay control in the postharvest system : Role of microbial and plant volatile organic compounds. *Postharvest Biology and Technology*, *122*, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.014>
- Matny, O. N., & Al-rawi, F. I. (2012). Use of Antimicrobial and Biological Agent to Control Green Mold on Orange Fruit. *International Journal of Applied Agricultural Research*, *7*(1), 45–54. Disponível em: <http://www.ripublication.com/ijaar.htm>. Acedido a 20-12-2021
- Mitre, I., Mitre, V., Sestras, R., Pop, A., & Sestras, A. (2009). Potassium Bicarbonate in Preventing and Control of Apple Scab. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, *66*(1), 186–190. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:3826>
- Mondino, P., Di Masi, S., Falconi, C., Montalegre, J., Henriques, J. L., Nunes, C., Salazar, M., Stadnik, M., Vera, S., & Usall, J. (2009). *Manual de identificação de doenças de maçãs em pós-colheita* (1º Edi.) Univercidade de Agronomia. Montevideo.
- Nunes, C., Usall, J., Teixidó, N., & Viñas, I. (2002). Improvement of Candida sake biocontrol activity against post-harvest decay by the addition of ammonium molybdate. *Journal of Applied Microbiology*, *92*(5), 927–935. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01602.x>
- Oli, N., Singh, U. K., & Jha, S. K. (2019). Antifungal Activity of Plant ' s Essential Oils against Post Harvest Fungal Disease of Apple Fruit. *Forestry Journal of Institute of Forestry*, *16*(16), 86–100. <https://doi.org/10.3126/forestry.v16i0.28361>
- Ortiz, A., Echeverría, G., Graell, J., & Lara, I. (2010). Sensory evaluation of calcium-dipped «Fuji Kiku-8» and «Golden Reinders» apples. *Acta Horticulturae, 6th International Postharvest Symposium Eds.*, *877*(Novembro 2010), 799–806. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2010.877.106>
- Palou, L., Ali, A., Fallik, E., & Romanazzi, G. (2016). GRAS, plant-and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, *122*, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.017>
- Pinheiro, R., Fernandes, H., Tojal, A., Silva, A. P., & Ribeiro, C. (2016). Maçã (*Malus domestica* Borkh .) do pomar à refrigeração. Em *IX Simpósio Ibérico de Maturação e Pós Colheita* (pp. 127–132).
- Plaza, P., Usall, J., Torres, R., Abadias, M., Smilanick, J. L., & Viñas, I. (2004). The use of sodium carbonate to improve curing treatments against green and blue moulds on citrus fruits. *Pest Management Science*, *60*(8), 815–821. <https://doi.org/10.1002/ps.880>
- Prange, R. K. (2018). Dynamic Controlled Atmosphere (DCA) Storage of Fruits and Vegetables. Em *Reference Module in Food Science* (Número 1985). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.21349-8>
- Radi, M., Jouybari, H. A., Mesbahi, G., Farahnaky, A., & Amiri, S. (2010). Effect of hot acetic acid solutions on postharvest decay caused by *Penicillium expansum* on Red Delicious apples. *Scientia Horticulturae*, *126*(4), 421–425. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.06.023>
- Rego, C., Almeida, D., Pasqualini, E., Pedro Luz, J., Portugal, J., Mota, M., Vidal, R., & Rodrigues, R. (2013). *Manual Bayfruta: A fitossanidade das pomoídeas* (D. L. Bayer (Ed.); Ficha tecn).
- Roda, R. (2013). *Efecto Antimicrobiano de Vainilla y de Aceites Esenciales de Canela y Clavo en Leche*

de Vaca Pasteurizada (Vol. 1) [UNIVERSIDAD DE MURCIA DEPARTAMENTO]. Diapnivel em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2014000100009&lng=en&tlng=en. Acedido a 20-12-2021

- Róth, E., Berna, A., Beullens, K., Yarramraju, S., Lammertyn, J., Schenk, A., & Nicolaï, B. (2007). Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1), 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.006>
- Sánchez, C. (2015). Control biológico de enfermedades fúngicas en postcosecha de pera «Rocha». *Revista de Fruticultura*, 100–107.
- Sawant, S. . D., & Sawant, I. S. (2008). USE OF POTASSIUM BI-CARBONATES FOR THE CONTROL OF POWDERY MILDEW IN TABLE GRAPES. *Acta Horticulturae* 785, 785, 285–292. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.785.34>
- Schirra, M., D'Hallenwin, G., Ben-Yehoshua, S., & Fallik, E. (2000). Host-pathogen interaction modulated by heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.*, 21, 71.
- Shao, X., Tu, K., Tu, S., Su, J., & Zhao, Y. (2010). Effects of Heat Treatment on Wound Healing in Gala and Red Fuji Apple Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 4303–4309. <https://doi.org/10.1021/jf904273m>
- Sholberg, P., Haag, P., Hocking, R., & Bedford, K. (2000). The use of vinegar vapor to reduce postharvest decay of harvested fruit. *HortScience*, 35(5), 898–903. <https://doi.org/10.21273/hortsci.35.5.898>
- Sholberg, P. L., & Gaunce, A. P. (1995). Fumigation of Fruit with Acetic Acid to Prevent Postharvest Decay HortScience Volume 30 Issue 6 (1995). *HortScience*, 30(6), 1271–1275. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/30/6/article-p1271.xml> Acedito a 07-01-2022
- Sholberg, Peter L, Shephard, T., Randall, P., & Moys, L. (2004). Use of measured concentrations of acetic acid vapour to control postharvest decay in d'Anjou pears. *Postharvest Biology and Technology*, 32(1), 89–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.014>
- Spadaro, D., Garibaldi, A., & Gullino, M. L. (2004). Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on apple combining a biocontrol agent with hot water dipping and acibenzolar-S-methyl, baking soda, or ethanol application. *Postharvest Biol. Technol.*, 33(33), 141–151. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.02.002>
- Teixidó, N., Usall, J., Palou, L., Asensio, C., Nunes, C., & Viñas, I. (2001). Improving control of green and blue molds of orange by combining *Pantoea agglomerans* (CPA-2) and sodium bicarbonate. *European Journal of Plant Pathology*, 107, 685–694.
- Thewes, F. R., Brackmann, A., Both, V., Weber, A., Anese, R. de O., Ferrão, T. dos S., & Wagner, R. (2017). The different impacts of dynamic controlled atmosphere and controlled atmosphere storage in the quality attributes of 'Fuji Suprema' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 130(April), 7–20. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.04.003>
- Thomidis, T., & Prodromou, I. (2020). Evaluation of fungicides for the control of postharvest fruit rot pathogens of apple in Northern Greece. *Archiv Für Phytopathologie Und Pflanzenschutz*, v. 53(11–12), 581-590–2020 v.53 n.11–12. <https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1770980>
- Thompson, A. K. (1998). *Controlled Atmosphere Storage of fruits and Vegetables* (CAB Intern). CABI. Oxon
- Toro, V., & Giraldo, L. (2018). *ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS*. 1–13. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/229939174.pdf> Acedido a 20-12-2021
- Usall, J., Casals, C., Teixidó, N., Lamarca, N., & Vinas, I. (2012). CONTROL OF MONILINIA LAXA ON POSTHARVEST OF STONE FRUIT BY THE COMBINATION OF HOT WATER, A NEW STRAIN

- OF BACILLUS SUBTILIS AND SODIUM BICARBONATE. *Acta Horticulturae*. 940, 940, 455–462. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.940.65>
- Usall, J., Smilanick, J., Palou, L., Denis-Arrueb, N., Teixidó, N., Torres, R., & Viñas, I. (2008). Preventive and curative activity of combined treatments of sodium carbonates and *Pantoea agglomerans* CPA-2 to control postharvest green mold of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology* 50, 50, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.03.001>
- Usall, Josep, Torres, R., & Teixidó, N. (2016). Biological control of postharvest diseases on fruit: a suitable alternative? *Current Opinion in Food Science*, 11, 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.09.002>
- Usall, Josep, Torres, R., Viñas, I., Abadias, M., & Neus, T. (2013). Principales enfermedades de Postcosecha y su control. Cap8. Em *Poscosecha de pera, manzana y melocotón* (pp. 247–280).
- Venditti, T., Angiolino, C., Dore, A., Molinu, M. G., Petretto, A., & D'Hallewin, G. (2009). Treatments with acetic acid followed by curing reduce postharvest decay on Citrus fruit. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 74(3), 723–728. Disponível em: <http://europepmc.org/abstract/MED/20222556>. Acedido a 07-01-2022
- Venditti, T., Dore, A., Molinu, M. G., Agabbio, M., & D'hallewin, G. (2009). Combined effect of curing followed by acetic acid vapour treatments improves postharvest control of *Penicillium digitatum* on mandarins. *Postharvest Biology and Technology*, 54(2), 111–114. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.06.002>
- Venturini, M. E., Blanco, D., & Oria, R. (2002). In vitro antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection*, 65(5), 834–839. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.5.834>
- Villalonga, Y. (1998). El Escaldado superficial en manzana Granny Smith fisiología de la alteración y estudio de métodos de control alternativos a la difenilamina [Universitat de Lleida]. Em *Universitat de Lleida*. Disponível em: <https://www.tdx.cat/handle/10803/8210>. Acedito a 20-12-2021
- Viñas, I., Recasens, I., Usall, J., Graell, J., Serós, M., Saiz, N., Sala, J., Sanagustín, E., Cortada, G., Ayala, I., Fructuoso, M. L., Hernández, V., Gelonch, M., Portolés, M. P. P., Guinjuan, I., Schotsmans, W., Villalonga, Y., Espasa, N. T., Sanchis, R., & Rodie, J. (2013). *Poscosecha de pera, manzana y melocotón*. (1º Eds.). MundiPrensa.
- Walker, P. T. (1983). Crop loss. The need to quantify the effects of pest, diseases and weeds on agricultural production. *Agriculture, ecosystems and environment*, 9, 119–158.
- Xiao, C. L., & Boal, R. J. (2009). Residual Activity of Fludioxonil and Pyrimethanil Against *Penicillium expansum* on Apple Fruit. *Plant Disease*, 93(10), 1003–1008. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-10-1003>
- Yalage Don, S. M., Schmidtke, L. M., Gambetta, J. M., & Steel, C. C. (2021). Volatile organic compounds produced by *Aureobasidium pullulans* inhibit the growth of *Botrytis cinerea* and *Alternaria alternata*. *Acta Horticulturae*, 1325, 279–284. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1325.40>
- Ye, W.-Q., Sun, Y.-F., Tang, Y.-J., & Zhou, W.-W. (2021). Biocontrol potential of a broad-spectrum antifungal strain *Bacillus amyloliquefaciens* B4 for postharvest loquat fruit storage. *Postharvest Biology and Technology*, 174, 111439. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111439>

ANEXOS

ANEXOS A

APÊNDICE A - Teste de normalidade da distribuição dos pesos

```
> Dados_tese <- readXL("C:/Mestrado/2_Ano/tese/dados_atualizada.xlsx",  
+ rownames=FALSE, header=TRUE, na="", sheet="Dados da estatistica",  
+ stringsAsFactors=TRUE)
```

```
> normalityTest(~QuebraPeso_1, test="shapiro.test", data=Dados_tese)  
+ normalityTest(~QuebraPeso_2, test="shapiro.test", data=Dados_tese)  
+ normalityTest(~QuebraPeso_3, test="shapiro.test", data=Dados_tese)  
+ normalityTest(~QuebraPeso_Cn, test="shapiro.test", data=Dados_tese)  
+ normalityTest(~QuebraPeso_Total, test="shapiro.test", data=Dados_tese)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: QuebraPeso_1  
W = 0.97486, p-value = 0.9098
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: QuebraPeso_2  
W = 0.90946, p-value = 0.1141
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: QuebraPeso_3  
W = 0.89029, p-value = 0.0563
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: QuebraPeso_Cn  
W = 0.9698, p-value = 0.8353
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: QuebraPeso_Total  
W = 0.97456, p-value = 0.906
```

APÊNDICE B - Teste de homogeneidade das variâncias

```

> Dados_tese <- readXL("C:/Mestrado/2_Ano/tese/dados_atualizada.xlsx",
+ rownames=FALSE, header=TRUE, na="", sheet="Dados da estatística",
+ stringsAsFactors=TRUE)

> Tapply(QuebraPeso_1 ~ Tratamento, var, na.action=na.omit, data=Dados_tese)
+ # variances by group
> Tapply(QuebraPeso_2 ~ Tratamento, var, na.action=na.omit, data=Dados_tese)
+ # variances by group
> Tapply(QuebraPeso_3 ~ Tratamento, var, na.action=na.omit, data=Dados_tese)
+ # variances by group
> Tapply(QuebraPeso_Cn ~ Tratamento, var, na.action=na.omit, data=Dados_tese)
+ # variances by group
> Tapply(QuebraPeso_Total ~ Tratamento, var, na.action=na.omit,
+ data=Dados_tese) # variances by group
  Acido acético Bicarbonato potassio      Scholar
0.00010192892  0.00002173091  0.00019631181
  testemunha
0.00001617107
  Acido acético Bicarbonato potassio      Scholar
0.00000353152359  0.00000025531616  0.00000002087271
  testemunha
0.0000009227510
  Acido acético Bicarbonato potassio      Scholar
0.0000003308121  0.0000013338719  0.0000017828780
  testemunha
0.0000056674443
  Acido acético Bicarbonato potassio      Scholar
0.00007857708  0.00004088688  0.00022190539
  testemunha
0.00002711087
  Acido acético Bicarbonato potassio      Scholar
0.00033242145  0.00011338163  0.00077878198
  testemunha
0.00007779124

> leveneTest(QuebraPeso_1 ~ Tratamento, data=Dados_tese, center="mean")
+ leveneTest(QuebraPeso_2 ~ Tratamento, data=Dados_tese, center="mean")
+ leveneTest(QuebraPeso_3 ~ Tratamento, data=Dados_tese, center="mean")
+ leveneTest(QuebraPeso_Cn ~ Tratamento, data=Dados_tese, center="mean")
+ leveneTest(QuebraPeso_Total ~ Tratamento, data=Dados_tese, center="mean")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 3  1.3784 0.2966

```

APÊNDICE C - Teste de homogeneidade das variâncias

```

12
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 3  5.1819 0.01585 *
12
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 3  2.013 0.1659
12
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 3  0.9096 0.4652
12
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 3  1.1179 0.3804
12

```

APÊNDICE D - Valores totais das pesagens dos frutos ao longo de todo o processo

| Tratamento | Peso à colheita (kg) | Peso pós-conservação (kg) | Quebra de peso total da conservação (kg) | QuebraPeso_1 (%) | Peso dos frutos com podridões (kg) | Peso de fruta sem podridões (kg) | QuebraPeso_2 (%) | Peso dos frutos com problemas fisiológicos (kg) | Peso de fruta sem problemas fisiológicos (kg) | QuebraPeso_3 (%) | Total pós-conservação (kg) | Valor de peso de fruta perdida na conservação (kg) | QuebraPeso_Cn (%) | Peso da fruta sem podridões e problemas fisiológicos (kg) | QuebraPeso_Total face à colheita (%) | QuebraPeso_Total face à colheita (kg) |
|------------|----------------------|---------------------------|--|------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------|---|---|------------------|----------------------------|--|-------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| AC | 239,35 | 235,75 | 3,60 | 1,5 | 2,95 | 232,80 | 1,3 | 2,48 | 233,27 | 1,1 | 226,72 | 9,03 | 3,8 | 230,32 | 5,3 | 12,63 |
| | 237,75 | 233,5 | 4,25 | 1,8 | 2,55 | 230,95 | 1,0 | 2,18 | 231,32 | 0,9 | 224,52 | 8,98 | 3,9 | 228,77 | 5,6 | 13,23 |
| | 242,24 | 234,00 | 8,24 | 3,4 | 2,25 | 231,75 | 1,0 | 2,38 | 231,62 | 1,0 | 221,13 | 12,87 | 5,5 | 229,37 | 8,7 | 21,11 |
| | 235,84 | 233,25 | 2,59 | 1,1 | 3,25 | 230,00 | 1,4 | 2,47 | 230,78 | 1,1 | 224,94 | 8,31 | 3,6 | 227,53 | 4,6 | 10,90 |
| BP | 240,25 | 233,10 | 7,15 | 3,0 | 1,40 | 231,70 | 0,6 | 3,90 | 229,20 | 1,7 | 220,65 | 12,45 | 5,3 | 227,80 | 8,2 | 19,60 |
| | 235,00 | 230,09 | 4,91 | 2,1 | 1,35 | 228,74 | 0,6 | 3,50 | 226,59 | 1,5 | 220,33 | 9,76 | 4,2 | 225,24 | 6,2 | 14,67 |
| | 237,75 | 232,31 | 5,44 | 2,3 | 1,25 | 231,06 | 0,5 | 3,60 | 228,71 | 1,6 | 222,02 | 10,29 | 4,4 | 227,46 | 6,6 | 15,73 |
| | 234,00 | 227,0 | 7,00 | 3,0 | 1,50 | 225,50 | 0,7 | 4,02 | 222,98 | 1,8 | 214,48 | 12,52 | 5,5 | 221,48 | 8,3 | 19,52 |
| SC | 239,50 | 231,75 | 7,75 | 3,2 | 0,20 | 231,55 | 0,1 | 4,50 | 227,25 | 1,9 | 219,30 | 12,45 | 5,4 | 227,05 | 8,4 | 20,20 |
| | 236,50 | 234,95 | 1,55 | 0,7 | 0,28 | 234,67 | 0,1 | 4,95 | 230,00 | 2,1 | 228,17 | 6,78 | 2,9 | 229,72 | 3,5 | 8,33 |
| | 238,00 | 231,75 | 6,25 | 2,6 | 0,26 | 231,49 | 0,1 | 4,80 | 226,95 | 2,1 | 220,44 | 11,31 | 4,9 | 226,69 | 7,4 | 17,56 |
| | 242,00 | 232,55 | 9,45 | 3,9 | 0,26 | 232,29 | 0,1 | 5,27 | 227,28 | 2,3 | 217,57 | 14,98 | 6,4 | 227,02 | 10,1 | 24,43 |
| TT | 240,00 | 233,00 | 7,00 | 2,9 | 2,40 | 230,60 | 1,0 | 2,60 | 230,40 | 1,1 | 221,00 | 12,00 | 5,2 | 228,00 | 7,9 | 19,00 |
| | 235,00 | 230,00 | 5,00 | 2,1 | 2,60 | 227,40 | 1,1 | 2,45 | 227,55 | 1,1 | 219,95 | 10,05 | 4,4 | 224,95 | 6,4 | 15,05 |
| | 236,00 | 230,50 | 5,50 | 2,3 | 2,40 | 228,10 | 1,0 | 2,36 | 228,14 | 1,0 | 220,24 | 10,26 | 4,5 | 225,74 | 6,7 | 15,76 |
| | 241,00 | 234,00 | 7,00 | 2,9 | 2,10 | 231,90 | 0,9 | 3,60 | 230,40 | 1,5 | 221,30 | 12,70 | 5,4 | 228,30 | 8,2 | 19,70 |

APÊNDICE E - Teste Anova com fator duplo de repetição tratamentos para verificar a diferença dos diversos pesos.

| Tratamento | QuebraPeso_1 | QuebraPeso_2 | QuebraPeso_3 | QuebraPeso_Cn | QuebraPeso_Total |
|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| AC | 0,01504 | 0,01251 | 0,01052 | 0,03830 | 0,05277 |
| AC | 0,01788 | 0,01092 | 0,00934 | 0,03846 | 0,05565 |
| AC | 0,03402 | 0,00962 | 0,01017 | 0,05500 | 0,08714 |
| AC | 0,01098 | 0,01393 | 0,01059 | 0,03563 | 0,04622 |
| BP | 0,02976 | 0,00601 | 0,01673 | 0,05341 | 0,08158 |
| BP | 0,02089 | 0,00587 | 0,01521 | 0,04242 | 0,06243 |
| BP | 0,02288 | 0,00538 | 0,01550 | 0,04429 | 0,06616 |
| BP | 0,02991 | 0,00661 | 0,01771 | 0,05515 | 0,08342 |
| SC | 0,03236 | 0,00086 | 0,01942 | 0,05372 | 0,08434 |
| SC | 0,00655 | 0,00119 | 0,02107 | 0,02886 | 0,03522 |
| SC | 0,02626 | 0,00112 | 0,02071 | 0,04880 | 0,07378 |
| SC | 0,03905 | 0,00112 | 0,02266 | 0,06442 | 0,10095 |
| TT | 0,02917 | 0,01030 | 0,01116 | 0,05150 | 0,07917 |
| TT | 0,02128 | 0,01130 | 0,01065 | 0,04370 | 0,06404 |
| TT | 0,02331 | 0,01041 | 0,01024 | 0,04451 | 0,06678 |
| TT | 0,02905 | 0,00897 | 0,01538 | 0,05427 | 0,08174 |

| Sumário | QuebraPeso_1 | QuebraPeso_2 | QuebraPeso_3 | QuebraPeso_Cn | QuebraPeso_Total | Total |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|-------------|
| <i>AC</i> | | | | | | |
| Contagem | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 |
| Soma | 0,077914529 | 0,046982959 | 0,040616243 | 0,167388541 | 0,241777356 | 0,574679628 |
| Média | 0,019478632 | 0,01174574 | 0,010154061 | 0,041847135 | 0,060444339 | 0,028733981 |
| Variância | 0,000101929 | 3,53152E-06 | 3,30812E-07 | 7,85771E-05 | 0,000332421 | 0,000480962 |
| <i>BP</i> | | | | | | |
| Contagem | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 |
| Soma | 0,103449991 | 0,023861946 | 0,065148242 | 0,195277185 | 0,293587956 | 0,681325319 |
| Média | 0,025862498 | 0,005965487 | 0,01628706 | 0,048819296 | 0,073396989 | 0,034066266 |
| Variância | 2,17309E-05 | 2,55316E-07 | 1,33387E-06 | 4,08869E-05 | 0,000113382 | 0,000646485 |
| <i>SC</i> | | | | | | |
| Contagem | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 |
| Soma | 0,104223084 | 0,00429468 | 0,083859555 | 0,19579773 | 0,294296293 | 0,682471342 |
| Média | 0,026055771 | 0,00107367 | 0,020964889 | 0,048949433 | 0,073574073 | 0,034123567 |
| Variância | 0,000196312 | 2,08727E-08 | 1,78288E-06 | 0,000221905 | 0,000778782 | 0,000843324 |
| <i>TT</i> | | | | | | |
| Contagem | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 |
| Soma | 0,10279399 | 0,040991283 | 0,047434199 | 0,193983233 | 0,291731619 | 0,676934326 |
| Média | 0,025698498 | 0,010247821 | 0,01185855 | 0,048495808 | 0,072932905 | 0,033846716 |
| Variância | 1,61711E-05 | 9,22575E-07 | 5,66744E-06 | 2,71109E-05 | 7,77912E-05 | 0,000619969 |
| <i>Total</i> | | | | | | |
| Contagem | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | |
| Soma | 0,388381594 | 0,116130868 | 0,237058239 | 0,752446689 | 1,121393224 | |
| Média | 0,02427385 | 0,007258179 | 0,01481614 | 0,047027918 | 0,070087077 | |
| Variância | 7,54213E-05 | 1,93448E-05 | 2,06105E-05 | 8,32684E-05 | 0,000293594 | |

ANOVA

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|-------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Amostra | 0,000418745 | 3 | 0,000139582 | 1,381420502 | 0,257136336 | 2,758078296 |
| Colunas | 0,042259219 | 4 | 0,010564805 | 104,5583115 | 2,45748E-26 | 2,525215102 |
| Interações | 0,000902308 | 12 | 7,51924E-05 | 0,744167721 | 0,703095281 | 1,917395899 |
| Dentro | 0,006062534 | 60 | 0,000101042 | | | |
| Total | 0,049642806 | 79 | | | | |

APÊNDICE F - Teste Anova para a quebra de peso por desidratação durante o processo de conservação

| Tratamentos | Contagem | Soma | Média | Variância |
|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| AC | 4 | 0,077914529 | 0,019478632 | 0,000101929 a |
| BP | 4 | 0,103449991 | 0,025862498 | 2,17309E-05 a |
| SC | 4 | 0,104223084 | 0,026055771 | 0,000196312 a |
| TT | 4 | 0,10279399 | 0,025698498 | 1,61711E-05 a |

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|-------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Entre grupos | 0,000122891 | 3 | 4,09637E-05 | 0,487456088 | 0,697367574 | 3,490294819 |
| Dentro de grupos | 0,001008428 | 12 | 8,40357E-05 | | | |
| Total | 0,001131319 | 15 | | | | |

APÊNDICE G - Teste Anova para a quebra de peso por podridões.

| Tratamentos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|-------------|----------|----------|-------|-------------|---|
| AC | 4 | 0,046983 | 0,012 | 3,53152E-06 | C |
| BP | 4 | 0,023862 | 0,006 | 2,55316E-07 | B |
| SC | 4 | 0,004295 | 0,001 | 2,08727E-08 | A |
| TT | 4 | 0,040991 | 0,01 | 9,22575E-07 | C |

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|-------------|----|-------|-------------|-------------|-----------|
| Entre grupos | 0,000275981 | 3 | 9E-05 | 77,79131432 | 3,92709E-08 | 3,490295 |
| Dentro de grupos | 1,41909E-05 | 12 | 1E-06 | | | |
| Total | 0,000290172 | 15 | | | | |

APÊNDICE H - Teste Anova para a quebra de peso com origem em problemas fisiológicos

| Grupos | Contagem | Soma | Média | Variância | |
|--------|----------|------------|----------|-------------|---|
| AC | 4 | 0,04061624 | 0,010154 | 3,30812E-07 | a |
| BP | 4 | 0,06514824 | 0,016287 | 1,33387E-06 | b |
| SC | 4 | 0,08385956 | 0,020965 | 1,78288E-06 | c |
| TT | 4 | 0,0474342 | 0,011859 | 5,66744E-06 | a |

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|-------------|----|----------|------------|----------|-----------|
| Entre grupos | 0,000281812 | 3 | 9,39E-05 | 41,2231811 | 1,35E-06 | 3,490295 |
| Dentro de grupos | 2,7345E-05 | 12 | 2,28E-06 | | | |
| Total | 0,000309157 | 15 | | | | |

APÊNDICE I - Teste Anova para as quebras de peso durante a conservação.

| Grupos | Contagem | Soma | Média | Variância | | |
|--------|----------|-------------|-------------|-------------|---|--|
| AC | 4 | 0,167388541 | 0,041847135 | 7,85771E-05 | a | |
| BP | 4 | 0,195277185 | 0,048819296 | 4,08869E-05 | a | |
| SC | 4 | 0,19579773 | 0,048949433 | 0,000221905 | a | |
| TT | 4 | 0,193983233 | 0,048495808 | 2,71109E-05 | a | |

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|-------------|----|-------------|-------------|------------|-----------|
| Entre grupos | 0,000143586 | 3 | 4,7862E-05 | 0,519560615 | 0,67677634 | 3,490295 |
| Dentro de grupos | 0,001105441 | 12 | 9,21201E-05 | | | |
| Total | 0,001249027 | 15 | | | | |

APÊNDICE J - Teste Anova para comparar o peso inicial e o peso final de fruta aproveitada após a conservação.

| Grupos | Contagem | Soma | Média | Variância | | |
|--------|----------|----------|-------------|------------|---|--|
| AC | 4 | 0,241777 | 0,060444339 | 0,00033242 | a | |
| BP | 4 | 0,293588 | 0,073396989 | 0,00011338 | a | |
| SC | 4 | 0,294296 | 0,073574073 | 0,00077878 | a | |
| TT | 4 | 0,291732 | 0,072932905 | 7,7791E-05 | a | |

| Fonte de variação | SQ | gl | MQ | F | valor P | F crítico |
|-------------------|------------|----|-------------|------------|----------|-----------|
| Entre grupos | 0,00049678 | 3 | 0,000165594 | 0,50859154 | 0,683762 | 3,490295 |
| Dentro de grupos | 0,00390713 | 12 | 0,000325594 | | | |
| Total | 0,00440391 | 15 | | | | |

ANEXO B

Ficha técnica 1 - Bicarbonato de potássio

Bicarbonato de Potássio E501 (ii)

| | |
|----------|------------|
| DATA: | 15/02/2023 |
| REVISÃO: | --- |

| | |
|-------------------|---|
| PRODUTO | Bicarbonato de Potássio FCC – E501 (ii) |
| FÓRMULA MOLECULAR | KHCO ₃ |
| PESO MOLECULAR | 100.12 |
| NR. CAS | 298-14-6 |
| NR. EINECS | 206-059-0 |

| PARÂMETROS | UNIDADES | VALORES |
|-----------------------|----------|------------------|
| Aspeto | --- | Cristais brancos |
| Pureza | % | 99,0 – 101,0 |
| Potássio (K) | % | ≥38,0 |
| Insolúveis em água | % | 0,02 max |
| Chumbo (Pb) | ppm | 2 max |
| Arsénio (As) | ppm | 3 max |
| Mercúrio (Hg) | ppm | 1 max |
| Perda por secagem | % | 0,25 max |
| pH (solução 100 g/l) | --- | 8,6 max |
| Carbonato de Potássio | % | ≤2,5 |

ACONDICIONAMENTO

Sacos de 25 kg.

LEGISLAÇÃO / SEGURANÇA ALIMENTAR

Não é, nem contém, Organismos Geneticamente Modificados (OGM), assim como não é obtido inteira ou parcialmente, a partir de substratos geneticamente modificados, de acordo com o Regulamento (CE) nr. 1829/2003, não sendo, pois, abrangido pelos requisitos de etiquetagem, conforme Regulamento (CE) nr. 1830/2003;

Não contém na sua composição qualquer substância alergénica, de acordo com o Regulamento (UE) nr. 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios;

Não foi submetido a qualquer tipo de tratamento ionizante;

Não contém hormonas, nem pesticidas;

Não é proveniente de nanotecnologia, nem contém nanomateriais;

Em conformidade com Codex Enológico Internacional;

Em conformidade com o Regulamento (UE) nr. 2019/934, de 12/03/2019, no que se refere às categorias de produtos vinícolas, práticas enológicas e restrições que lhes são aplicáveis;

Esta FT é uma compilação de diversos documentos do fornecedor.

FT_03TR05033/02/0223

Ficha técnica 2 - Acido acético

FICHA TÉCNICA



ANGELO COIMBRA, S.A.®

Ácido Acético Glacial

Food Grade

| | |
|----------|------------|
| REVISÃO: | 04/02/2020 |
| VERSÃO: | 01 |

| PARÂMETRO | ESPECIFICAÇÃO | METODO* |
|--------------------------------------|--------------------|----------------|
| Pureza | Min 99,85% | GC/ ASTM E302 |
| Cor | Max 5 | ASTM D1209 |
| Densidade a 20°C | 1,048 - 1,053 | ASTM D4052 |
| Água | Max 0,15% | ASTM D1744 |
| Sulfatos | Max 1 ppm | ACS |
| Substâncias não voláteis | Max 0,003 g/100 ml | ASTM D1353 |
| Substâncias redutoras (permanganato) | 120 min | ASTM D1363 mod |
| Ponto de congelação | Min 16,35 °C | ASTM D 6875 |
| Cloretos | Max 1 ppm | JIS K 1351 |
| Ácido fórmico | Max 0,05% | ASTM D3546 |
| Intervalo de destilação | Max 1 | ASTM D1078 |
| Ferro (Fe) | Max 0,5 ppm | ASTM E394 |
| Chumbo | Max 0,5 ppm | ACS |
| Arsénio | Max 1 ppm | ICP |
| Mercurio (Hg) | Max 1 ppm | ICP |

*Método indicado ou complementar

APLICAÇÃO

Uso industrial;

Uso alimentar (E260 - Cumpre com o Regulamento (UE) nr. 231/2012 da Comissão, de 9 de março de 2012, que estabelece especificações para os aditivos alimentares, enumerados nos anexos II e III do Regulamento (CE) nr. 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho).

Este documento é uma cópia fiel da ficha técnica enviada pelo n/ fornecedor.

Elaborado: SS Aprovado: MC Data: 01/07/2021
Mod.007/3

Pág. 1/1

FT: 01AC01A0101AC01A08801AC01A3101AC03A08/01AC03A31/010721

Ficha técnica 3 - Scholar

SCHOLAR®

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Data da revisão: 05/12/2017

Versão: 17.0

1- Composição e propriedadesFludioxonil

CAS-No.: 131341-86-1
 MW: 248,19
 Fórmula molecular: C₁₃H₆F₂N₂O₂

O SCHOLAR® é um fungicida à base de fludioxonil, pertencente ao grupo dos fenilpirrol. É um fungicida de superfície com actividade preventiva (inibe a germinação do esporo e o crescimento do tubo germinativo). O fludioxonil estimula a síntese do glicerol, um regulador da pressão osmótica intercelular dos fungos.

O SCHOLAR® está indicado no tratamento pós colheita, controlando o desenvolvimento de fungos que causam as podridões durante o transporte, o armazenamento e a comercialização da fruta, nos frutos abaixo mencionados, no ponto 3.

O tipo de formulação: Suspensão concentrada (SC)

2- Especificação do formulado

Contendo ou Fludioxonil: 23 % p/v (230 g/L)
 Aparência: Líquido bege
 pH (água, 1 %): 5 – 9
 Densidade (20 °C): 1,11 – 1,15 g/mL
 Solubilidade: Miscível em água
 Prop. Explosivas: Não explosivo
 Prop. Oxidantes: Não-propagação do fogo
 Viscosidade, dinâmica: 14,6 – 53,8 mPa.s a 40 °C
 18,9 – 65,4 mPa.s a 20 °C

3- Utilizações, doses, concentrações e condições de aplicação

| Cultura | Doença | Concentração e Condições de aplicação | I. S. (dias) |
|--|--|---|--------------|
| Citrinos: Laranja Tangerina Clementina Limão | Tratamento pós colheita de podridões dos frutos provocadas por <i>Penicillium digitatum</i> , <i>Penicillium italicum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> e <i>Rhizopus sp.</i> | TRATAMENTO POR CHUVEIRO (DRENCH) Pulverizar os frutos, previamente lavados, com uma suspensão fungicida na concentração de 200 a 300 ml de SCHOLAR® por 100 litros de água. Realizar apenas 1 aplicação. | -- |
| Maças Pêras | Tratamento pós colheita de podridões dos frutos provocadas por <i>Penicillium expansum</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Botrytis cinerea</i> e <i>Rhizopus sp.</i> | | |

Não usar em fruta destinada à transformação industrial.

® Marca registrada da Syngenta AG - Basileia (Suíça)

Página 1 de 1

DISTRIBUIDO POR: TECNIDEX, FRUIT PROTECTION,S.A.U
 C/ Ciudad de Sevilla 45-A Pol. Ind. Fte del Jarro Paterna (Valencia), ESPANHA
 e-mail: admon@tecnidex.com – Tel: +34 96 132 34 15 – www.tecnidex.com