



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Rayanne Carvalho da Costa

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE REDES FOTO-SELETIVAS
NA PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DOS FRUTOS E
INCIDÊNCIA DE PSA NUM POMAR DE KIWI “HAYWARD”

Mestrado em Agricultura Biológica

Trabalho efectuado sob a orientação de
Professora Doutora Isabel de Maria Mourão
Professora Doutora Maria Luísa Moura

Refoios do Lima, maio de 2021

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Abreviaturas	iv
Lista de Figuras	v
Lista de Quadros.....	vii
1. Introdução.....	1
1.1 A cultura do kiwi.....	1
1.1.1 Produção, comercialização e consumo de kiwi em Portugal e no Mundo	1
1.1.2 Morfologia e fisiologia da actinídea	4
1.1.3 Condições edafoclimáticas.....	7
1.1.4 Cultivares, sistemas de condução e principais técnicas culturais na região de Entre Douro e Minho.....	9
1.1.5 Principais problemas fitossanitários	12
1.1.6 Colheita, pós-colheita e conservação.....	13
1.1.7 Sistemas de Produção Integrada e Biológica	15
1.2 O Cancro bacteriano da actinídea (Psa).....	19
1.2.1 Enquadramento histórico, geográfico e impacto económico da doença	19
1.2.2 Taxonomia, populações e ciclo da doença.....	21
1.2.3 Sintomas e controlo da doença.....	25
1.3 Redes de cobertura foto-seletivas	31
1.3.1 Tipos e caracterização de redes	31
1.3.2 Utilização de redes em diferentes culturas.....	33
1.3.3 Benefícios e problemas da utilização de redes na cultura do kiwi	34
1.4 Objetivos do trabalho.....	36
2 Materiais e métodos	37
2.1 Caracterização do pomar	37
2.2 Delineamento experimental	38
2.3 Colheita e análise dos frutos	38
2.4 Índices Fisiológicos	40
2.5 Avaliação da severidade do cancro bacteriano.....	41
2.6 Isolamento e identificação molecular de Psa.....	42

2.7	Análise estatística.....	42
3.	Resultados	43
3.1	Condições climáticas de baixo das redes	43
3.1.1	Radiação fotossintética ativa (PAR).....	43
3.1.2	Temperatura e humidade relativa	43
3.2	Incidência da PSA	48
3.3	Índices fisiológicos.....	49
3.4	Produtividade das culturas e calibre	50
3.5	Qualidade dos frutos à colheita	52
3.6	Evolução da qualidade dos frutos pós-colheita	54
4.	Discussão	58
4.1	Efeito das redes nas condições climáticas	58
4.2	Incidência da PSA	60
4.3	Qualidade dos frutos à colheita e pós-colheita.....	62
4.4	Produtividade das culturas e calibre	65
5.	Conclusão	67
	Bibliografia	69

AGRADECIMENTOS

A finalização deste trabalho não teria sido possível sem o estímulo, ajuda e motivação de diversas pessoas, a quem é imprescindível deixar o meu agradecimento. Sempre em primeiro lugar agradeço a Deus, por não me deixar desistir e por ser meu porto seguro.

Em especial agradeço à Professora Doutora Isabel Mourão, coordenadora do Mestrado em Agricultura Biológica da Escola Superior Agrária/IPVC. Exemplo a ser seguido, que se prontificou e aceitou de imediato me orientar e da melhor forma possível. Agradeço de coração por todas as dicas, ajudas, oportunidades e trocas de conhecimentos durante a execução deste trabalho. Juntamente agradeço ao Doutor Rui Pinto, que foi o meu anjo da guarda em todas as fases deste trabalho. Sempre esteve ao meu lado me auxiliando e sanando minhas dúvidas, sempre muito bem-disposto e paciente.

À Professora Doutora Luísa Moura por ter me apresentado a actinídea logo no início do mestrado, e pela disponibilidade e ajuda, principalmente em campo e no laboratório. Ao Eng. Virgílio Peixoto tenho de agradecer a disponibilidade para me ensinar com toda paciência do mundo diversas técnicas de análises no laboratório da ESA-IPVC.

Ao meu namorado, Sérgio, pela paciência e falta dela também nos momentos em que a preguiça falava mais alto ou o estresse tomava conta de mim. Ele nunca me deixou desistir e sempre me lembrou o quanto eu adoro o que faço e o quanto me sinto feliz na escolha que tomei. Obrigada por ser incrível.

Por fim, mas não menos importante, à minha família tanto a minha saudade diária quanto à que me acolheu em Portugal. Mas principalmente aos meus pais e minha irmã que sempre me deram (e dão) asas para seguir e realizar meus sonhos. Eu não seria nada sem eles, todo exemplo de ser humano que eu tenho vem deles.

Trabalho desenvolvido com apoio de "GesPSA Kiwi- Ferramenta Operacional para gestão sustentável do cancro bacteriano (Psa) da Actinídea - NORTE-01-0247-FEDER-033647", financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do Programa Operacional Regional do Norte (NORTE2020).



RESUMO

O kiwi, fruto produzido pela *Actinidia deliciosa*, é uma espécie que rapidamente se tornou um caso de sucesso em Portugal, quer em termos do interesse dos consumidores quer no que diz respeito à sua produção. Mesmo sendo uma cultura bem-adaptada, as plantas do kiwi são muito sensíveis aos danos causados pelo granizo e pelo vento e, nos últimos anos, tem vindo a ser muito afetada pela *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), bactéria responsável pela doença que mais preocupa os produtores. Em Portugal, a Psa foi identificada pela primeira vez em 2010, provocando perdas que podem atingir mais de 80% da produção, tornando essencial a investigação e o desenvolvimento de estratégias eficazes na contenção da doença.

Recentemente, a utilização de redes foto-seletivas na cultura de kiwi permite combinar a proteção física com a seleção de determinadas faixas do espectro da radiação solar para promover respostas fisiológicas desejadas que sejam reguladas pela luz. As redes têm sido usadas para proteger as plantas contra granizo, vento, excesso de radiação solar, pragas e doenças, melhorando a saúde das plantas e a qualidade dos frutos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de redes foto-seletivas na incidência de Psa, na produtividade e qualidade dos frutos de kiwi.

O ensaio foi realizado num pomar de kiwis da cv. Hayward, instalado no ano de 1988 na exploração agrícola “Quinta das Picas”, da empresa KIWI GREENSUN, em Guimarães. As redes foto-seletivas utilizadas (Iridium®, Agritech) de cor pérola, amarela e cinzenta, tinham um efeito de sombreamento de 7%, 4% e 19%, respetivamente, e foram instaladas horizontalmente acima das plantas, em maio de 2019. A severidade da Psa foi avaliada nas folhas por uma escala de severidade (Vanneste *et al.*, 2013).

Os principais efeitos das redes foram a diminuição da radiação fotossintética ativa (entre 7,9% e 11,3%), diminuição da velocidade do vento, aumento da proporção da radiação azul/vermelho, maior efeito de difusão da luz, aumento da temperatura média do ar (entre 0,3°C e 0,7°C) e diminuição da humidade relativa média diária do ar (entre 1,4% e 2,6%). A severidade da Psa foi menor nas plantas sob as redes em comparação com o controle, provavelmente devido às condições climáticas que prejudicaram o desenvolvimento e a dispersão da bactéria. As plantas sob a rede pérola em comparação com o controle, tiveram menor severidade de Psa, aumento de 33% na produtividade e maior firmeza e teor de matéria seca dos frutos após 14 semanas de armazenamento refrigerado. Cobrir o pomar de kiwi com a rede foto-seletivas pérola parece ter um impacto benéfico na progressão da doença de Psa, na produção, na qualidade pós-colheita dos frutos e na capacidade de armazenamento.

Palavras chave: *Actinidia deliciosa*, redes foto-seletivas, qualidade dos frutos, armazenamento refrigerado, *Pseudomonas syringae*.

ABSTRACT

The Kiwi, a fruit produced by *Actinidia deliciosa*, is a species that quickly became a success story in Portugal, both in terms of consumer interest and in terms of its production. Despite being a well adapted crop, kiwi plants are very sensitive to damage caused by hail and wind and, in recent years, have been very affected by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), bacteria responsible for the disease that most concerns producers. In Portugal, Psa was first identified in 2010, causing losses that can reach more than 80% of production, making research and the development of disease prevention essential.

In terms of terms, the use of photo-selective nets in kiwi culture allows combining physical protection with the selection of bands in the spectrum of solar radiation to promote desired physiological responses that are regulated by light. Nets were used to protect plants against hail, wind, excessive solar radiation, pests and diseases, improving plant health and fruit quality. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of photo-selective nets on the increase in Psa, on the productivity and quality of kiwi fruits.

The test was carried out in a kiwi orchard of cv. Hayward, installed in 1988 in the farm “Quinta das Picas”, by the company KIWI GREENSUN, in Guimarães. The photo selective nets (Iridium®, Agrintech) of pearl, yellow and gray color, had a shading effect of 7%, 4% and 19%, respectively, and were installed horizontally above the plants, in May 2019. A Psa severity was assessed on the leaves by a severity scale (Vanneste *et al.*, 2013).

The main effects of the networks were the decrease in active photosynthetic radiation (between 7.9% and 11.3%), decrease in wind speed, increase in the proportion of blue / red radiation, greater light diffusion effect, increase in temperature average air (between 0.3 ° C and 0.7 ° C) and decrease in the average daily relative humidity of the air (between 1.4% and 2.6%). The severity of Psa was lower in plants under nets compared to the control, due to climatic conditions that hindered the development and dispersion of bacteria. The plants under the pearl net compared to the control, have lower Psa severity, 33% increase in productivity and greater firmness and dry matter content of the fruits after 14 weeks of cold storage. Covering the kiwi orchard with the photo selective pearl net seems to have a beneficial impact on the progression of Psa disease, on production, on post-harvest quality of the fruits and storage capacity.

Keywords: *Actinidia deliciosa*, photosensitive nets, fruit quality, cold storage, *Pseudomonas syringae*.

ABREVIATURAS

AJAP	Associação dos Jovens Agricultores de Portugal
AMPs	Peptídeos antimicrobianos
AUDPC	<i>Area Under the Disease Progress Curve</i>
AT	Acidez titulável
°Brix	Grau Brix
CE	Condutividade elétrica
DGAV	Direção Geral de Alimentação e Veterinária
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
EOs	Óleos essenciais
FAOSTAT	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics</i>
GDC	<i>Genova Double Curtain</i>
HDPE	<i>High density polyethylene</i>
IA	Índice de abrolhamento
IAF	Índice de Abrolhamento Fértil
IF	Índice de Fertilidade
INE	Instituto nacional de estatística
IV	Infravermelha
MPB	Modo de Produção Biológico
nm	Nanómetro
PAR	Radiação fotossinteticamente ativa
PFM	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidifoliorum</i>
PRODI	Produção Integrada
PSA	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i>
SA	Ácido salicílico
SAU	Superfície Agrícola Utilizada
SIFITO	Sistema de Gestão das Autorizações de Produtos Fitofarmacêuticos
TSS	Teor de sólidos solúveis
UV	Ultravioleta
VD	Vermelho distante

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção de Kiwi por região, no intervalo de 1994-2019	2
Figura 2. Área e produção da cultura de kiwi em Portugal nos anos de 1994 a 2019.....	3
Figura 3. Diversidade de espécies e variedades da actinídea	4
Figura 4. Representação do inchamento dos gomos após o repouso hibernar, saída das folhas e formação dos botões florais em março de 2019.....	5
Figura 5. Estados Fenológicos da Actinídea em 2019	6
Figura 6. Sistema de condução em cruzeta e em pérgola.....	11
Figura 7. Sistema de condução em GDC.....	11
Figura 8. Aumento da área agrícola biológica entre os anos de 2010-2018 por continentes.....	16
Figura 9. Países em que a bactéria <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i> (Psa) foi descrita.....	21
Figura 10. Folhas de kiwi (a-f) e lenticelas (g-h) colonizadas por Psa CFBP7286-GFPuv (a, c, e, f) ou CFBP7286-DsRED (b, d, h).....	23
Figura 11. Ciclo de vida de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i> (Psa)	24
Figura 12. Primeiros sintomas a serem observados nas folhas das plantas infetadas ...	25
Figura 13. Sintomas da Psa a serem notados após a infecção da planta	26
Figura 14. Pormenor das estações meteorológicas debaixo das redes (a) e na parcela controlo, sem redes (b)	38
Figura 15. Pormenor do pomar coberto com redes de cor pérola, amarela e cinza.....	38
Figura 16. Escala para avaliação da severidade de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i> , em folhas de <i>Actinidia deliciosa</i>	41
Figura 17. Temperatura máxima/mínima (°C), humidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h-1) dos tratamentos sob proteção da rede pérola e sem cobertura.....	45
Figura 18. Temperatura máxima/mínima (°C), humidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h-1) dos tratamentos sob proteção da rede amarela e sem cobertura	46
Figura 19. Temperatura máxima/mínima (°C), humidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h-1) dos tratamentos sob proteção da rede cinza e sem cobertura	47
Figura 20. Redução da incidência de Psa em plantas de Actinídea com cobertura de rede de cor pérola no mês de julho de 2019	48
Figura 21. Correlação entre a produção (kg/planta) e a AUDPC.....	49
Figura 22. Índices de abrolhamento e de abrolhamento fértil por tratamento.....	49

Figura 23. Valores de produção (kg planta-1) de plantas de Actinídea com diferentes coberturas de rede de cor pérola, amarela e cinza no ano de 2019.....	50
Figura 24. Percentagem de frutos em cada categoria de qualidade para o kiwi.....	52
Figura 25. Firmeza dos frutos no momento da colheita para os diferentes tratamentos	53
Figura 26. Análise de colorimetria da carne do kiwi logo após a colheita.....	53
Figura 27. Teor de matéria seca e acidez titulável dos diferentes tratamentos no momento da colheita.....	54
Figura 28. Evolução da firmeza dos frutos depois de 5, 10, 14 e 18 semanas	55
Figura 29. Evolução do °Brix para todos tratamentos	55
Figura 30. Índice de cor de carne kiwi após 10 semanas de armazenamento	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Nutrientes e vitamina C por 100g de fruto edível	7
Quadro 2. População de Psa conhecidas, distribuição geográfica e grau de virulência	22
Quadro 3. Dados da radiação PAR (400-700nm) nas diferentes redes e sua comparação com a área controle.....	43
Quadro 4. Temperatura média, mínima e máxima nas três redes foto-seletivas e a diferença para condições externas	44
Quadro 5. Incidência de PSA nas diferentes redes: pérola, amarela e cinza, no período de junho a setembro de 2019	48
Quadro 6. Índices de abrolhamento, de abrolhamento fértil e fertilidade nas diferentes redes: pérola, amarela e cinza, em novembro de 2019	50
Quadro 7. Calibre do kiwi (kg planta ⁻¹) separado nas seguintes categorias de qualidade (refugo, II, I e extra) em resposta ao efeito das redes pérola, amarela e cinza.....	51
Quadro 8. Valores de pH, acidez titulável (%) e matéria seca (%) dos frutos sob efeito das redes pérola, amarela e cinza.....	57

1. INTRODUÇÃO

1.1 A cultura do kiwi

Pensa-se que a actinídea é uma planta originária da China, sobretudo dos bosques e vales do rio Yang-Tse-Kiang. Nas províncias de Yunnan, Hupeh, Chikiang e Szechwam, era comum os habitantes colherem os frutos selvagens desta planta que cresce como liana podendo atingir grandes alturas (Ferguson, 1990). As primeiras citações conhecidas relacionadas com a actinídea remontam a 1200-800 a.C. durante a dinastia Tang (618-907) onde a actinídea era cultivada como planta ornamental, sendo descrita somente em 1400 por Chiu-Huan Pen T'Sao (Franco, 2008).

O primeiro europeu que se conhece que tenha cultivado a *Actinidia chinensis* foi o padre jesuíta francês Le Chéron d'Incarville, em 1740, tendo Antoine de Jussieu dado continuidade ao seu estudo. Passados três anos, Franchet descreveu 149 espécies vindas de Pequim e 144 provenientes de Macau, dando-lhes o mesmo nome que Incarville lhes atribuiu - "yangtao" (Franco, 2008). Em 1845, Robert Fortune na Royal Horticultural Society de Londres, foi responsável pelo estudo da *Actinidia chinensis*, mas só em 1847 o botânico Planchon a descreveu e classificou. No início do século XX a planta foi introduzida na Nova Zelândia e na Europa (Ferguson & Bollard, 1990) a partir de sementes coletadas em Hubei ou Sichuan na China em 1904, pelo botânico E.H. Wilson (Ferguson, 1999).

A cultivar 'Hayward' resultou de uma seleção, feita a partir de mudas por Hayward Wright em 1920 (Ferguson & Bollard, 1990). 'Hayward' ou kiwi verde se tornou uma cultivar importante por causa do melhor sabor, pela capacidade para armazenamento e transporte marítimo de longas distâncias, para diferentes países (Ferguson & Bollard, 1990; Ferguson, 1999; Ferguson, 2003; Burdon & Lallu, 2011). Por esse motivo, tornou-se a cultivar que compreende maior proporção de kiwis cultivados mundialmente, cerca de 90% a 95% (Ferguson & Seal, 2008).

1.1.1 Produção, comercialização e consumo de kiwi em Portugal e no Mundo

No mundo, a produção de kiwi tem vindo a aumentar de uma forma geral nos últimos anos, sendo considerada uma importante atividade económica em vários países. Entre 1994 e 2019, segundo estatísticas disponibilizadas pela FAOSTAT (2021), a área

de produção aumentou de 61.443 hectares para 268.788 hectares e a produção de 947.492 toneladas para 4.348.011 toneladas.

Atualmente o principal país produtor de kiwi é a China (fig. 1) com 2.196.727 toneladas em 2019, seguido da Nova Zelândia e Itália com 558.191 e 524.490 toneladas, respetivamente (FAOSTAT, 2021). Sendo 80% da produção mundial maioritariamente orientada para o mercado externo (Mina, 2013).

Production share of Kiwi fruit by region

Average 1994 - 2019

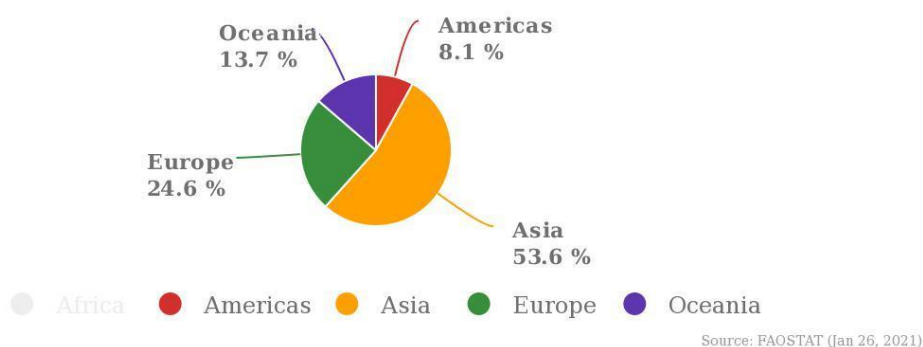


Figura 1. Produção de Kiwi por região, no intervalo de 1994-2019. Fonte: FAOSTAT (2021).

O kiwi, em Portugal, é produzido na Região Centro e no Norte, sendo que a maior área de produção está localizada na região de Entre-Douro e Minho, onde a cultura encontra condições edafoclimáticas muito favoráveis para a obtenção de frutos de grande qualidade.

Foi a partir da década de 1990, que a produção de kiwi começou a ter maior interesse em Portugal, graças ao valor interessante que a fruta tinha no mercado, ao baixo custo de produção e por se tratar de uma cultura que na altura tinha poucos problemas fitossanitários (Félix *et al.*, 2004).

A cultura do kiwi em Portugal é uma das que mais têm vindo a crescer e a expandir-se. Ao longo dos anos, observou-se um aumento na área de produção de 983 ha em 1999 para 2.740 ha em 2019, constituindo assim uma relevante alternativa a outras culturas e uma importante fonte de rendimento e de desenvolvimento regional (FAOSTAT, 2021).

A produção, embora com algumas flutuações (fig. 2), cresceu de 10.997 toneladas em 1999 para 35.411 toneladas em 2017 (FAOSTAT, 2021), ano em que o aumento da produção atingiu seu pico devido às condições climáticas muito favoráveis com a precipitação média acumulada a rondar os 66% (1971-2000), e muito quente, sendo o 2º ano mais quente desde que existem registos (INE, 2018).

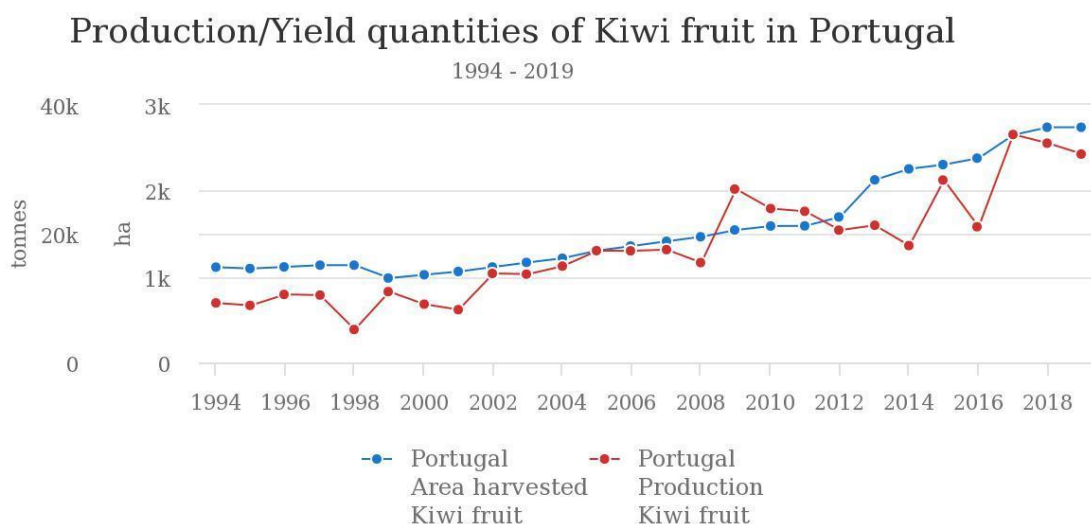


Figura 2. Área e produção da cultura de kiwi em Portugal nos anos de 1994 a 2019. Fonte: FAOSTAT (2021).

Em 2018 Portugal produziu um total de 34.057 toneladas em uma área de 2.736 ha, a segunda maior produção de kiwis de todos os tempos, sendo a região norte do país a principal área de produção e responsável por 80% da produção nacional - 27.097 toneladas (INE, 2019). Porém, pode-se observar que, também neste ano e em 2019, houve um leve decaimento na produção que, segundo os dados agrícolas de 2017/2018, se explica por ter sido um período meteorologicamente marcado por um outono quente e extremamente seco ao qual sucedeu um inverno igualmente seco, mas frio, ocorrendo muita precipitação e baixas temperaturas nas fases de floração/polinização. O que acarretou numa carga de frutos muito heterogênea principalmente devido a esta intensidade de exposição dos pomares às condições meteorológicas adversas (INE, 2019).

O facto de a época de produção ser diferenciada da do hemisfério Sul, e da produção nacional ser de boa qualidade, permite a comercialização do kiwi no mercado interno, e também para países terceiros, representando uma mais-valia para o país.

Encontrando em Portugal boas condições para uma produção de qualidade, a cultura da actínídea rapidamente colheu simpatia por parte dos agricultores. O kiwi português apresenta como vantagens, face aos seus principais concorrentes (Itália, China, Nova Zelândia, Chile, Irão, França e Grécia), “a doçura e o sabor” resultantes da colheita tardia, perto da maturação fisiológica do fruto, apenas possível devido à ausência de geadas de outono (Antunes, 2008).

O setor do kiwi em Portugal encontra-se bem organizado, estando grande parte dos produtores de kiwi associados a organizações de produtores ou cooperativas, o que

tem grande importância, visto que permite a divulgação de informação sobre técnicas ou procedimentos culturais, deste ou de outros trabalhos, de forma rápida e eficiente (Dias, 2018).

A natureza recente e inovadora da cultura do kiwi, que ninguém dominava há 30 anos atrás e que também ninguém vendia a um qualquer intermediário, ditaram a esta cultura um destino: ser organizada quanto baste para saber produzir e conseguir vender. Trata-se claramente de uma atividade de empreendedores, abertos à inovação (Neves, 2006).

1.1.2 Morfologia e fisiologia da actinídea

A actinídea pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Ericales, família Actinidiaceae e género *Actinidia* (NCBI, 2019). O género *Actinidia* compreende mais de setenta espécies e variedades (fig. 3), das quais a *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) e *Actinidia chinensis* (Planch.) são as que têm maior interesse comercial (Jianqiang *et al.*, 2007; Garcia *et al.*, 2012).

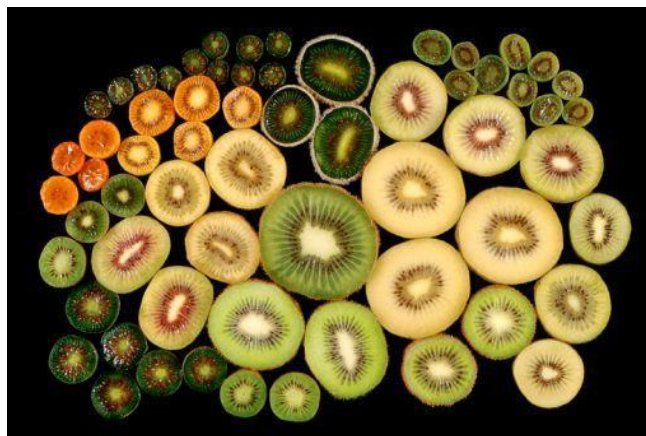


Figura 3. Diversidade de espécies e variedades da actinídea. Fonte: Plant & Food Research.

Todas as espécies de *Actinidia* são plantas lenhosas trepadeiras e perenes que se comportam de forma desordenada (Ferguson, 1999). Na sua zona de origem, são bastante abundantes nos níveis inferiores das florestas, especialmente ao longo dos pequenos riachos.

Possuem raízes muito robustas e ramificadas com tendência a distribuir-se na camada superior do solo. A raiz principal é menos desenvolvida, cresce lentamente após o crescimento vigoroso das raízes laterais (Huang, 2016). Contudo em solos profundos e com especificidades de rega, é possível encontrar plantas que podem desenvolver sistemas radiculares de até 4 metros de profundidade (Cunha *et al.*, 2007).

Por se tratar de uma planta lenhosa trepadeira, quando jovem, o tronco é demasiado flexível necessitando de ser tutoradas. Os seus caules enredam-se uns nos outros, podendo estender-se por sete ou mais metros. Apoiando-se nas árvores circundantes, podem atingir cinco a seis metros de altura. Em sítios mais secos, mais iluminados e/ou mais pedregosos, comportam-se como arbustos, resultado de um crescimento mais lento (Neves, 2008).

Na actinídea o crescimento vegetativo dá origem aos ramos (sucessão de nós e entrenós) designados por rebentos e por varas. Os rebentos são ramos não lenhificados com pelos, consistência herbácea e cor verde que tendem a ficar avermelhados com a idade, transformando-se em varas, já lenhificados que entram em dormência no inverno. Todas as espécies passam por um período de dormência invernal, no qual as baixas temperaturas têm um efeito preponderante na regulação fisiológica da planta (Neves, 2008).

As folhas são simples e alternas apresentam cor verde escura, com um pecíolo longo de cor vermelho-púrpura. Tem forma oval quase circular, com a base do limbo cordada, com um comprimento de 7,5-12,5 cm e nervuras de cor clara (Cunha *et al.*, 2007; AJAP, 2017; Saliyan *et al.*, 2017). No estado juvenil as folhas são macias e aveludadas, conseqüentemente muito sensíveis ao vento, além de possuírem pelos de cor avermelhada. No estado adulto perdem a camada pilosa da face adaxial ficando com uma camada pilosa de cor branca na face abaxial (Saliyan *et al.*, 2017).

Nas axilas das folhas há a formação dos gomos, que podem ser foliares ou mistos. Os foliares são gomos que dão origem a rebentos vegetativos e os mistos são os que originam rebentos com folhas e botões florais, que mais tarde frutificarão (fig. 4).

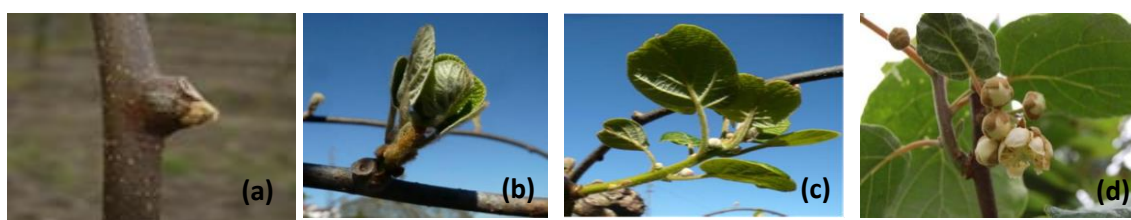


Figura 4. (a)(b)(c) Representação do inchamento dos gomos após o repouso hibernal, saída das folhas e formação dos botões florais em março de 2019, respetivamente; (d) Início da floração em maio de 2019. Imagens cedidas pelo autor Rui Pinto.

Cada nó contém uma folha e um gomo dormente na sua axila e os lançamentos do ano provêm dos gomos axilares do ano anterior.

As plantas parecem ser funcionalmente dioicas, ou seja, têm flores masculinas e femininas em plantas diferentes, o que conseqüentemente leva a características

morfológicas e fisiológicas diferenciadas (Shastri *et al.*, 2012). Nas plantas femininas, após a floração e polinização, as flores transformam-se em frutos (fig. 5).

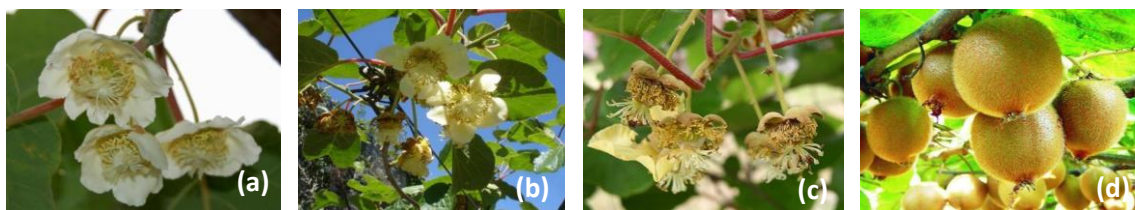


Figura 5. Estados Fenológicos da Actinídea em 2019: Floração. (a) Planta em plena floração com 50% das flores abertas; (b) início da queda das pétalas marca o vigamento; (c) fim da queda das pétalas; (d) desenvolvimento do fruto. Imagens cedidas pelo autor Rui Pinto.

As flores masculinas produzem pólen durante a floração, que fecunda as flores femininas e depois morrem. Para uma planta masculina ser uma boa polinizadora, não só deve produzir pólen em quantidade e qualidade, mas também deve ter sincronismo com a floração das plantas femininas. Esta coincidência na floração é muito importante, pois as flores femininas só serão recetivas ao pólen desde a sua abertura até a queda das pétalas (uma semana), e as masculinas só produzem pólen germinável apenas 2 ou 3 dias depois de abrir suas flores (Antunes, 2008).

Ambas as flores apresentam entre 5 e 6 pétalas brancas ou amarelas (dependendo da espécie), podem ter 3-7 cm de diâmetro e exalam um aroma suave. As masculinas são estaminadas, com vestígios de ovário e estiletos rodeados por uma espiral de estames viáveis para a produção de pólen (Harvey *et al.*, 1987). As femininas são pistiladas e têm estiletos e ovário súpero, plurilocular, com simetria radial bem desenvolvidos, porém produzem pólen estéril, desta forma a polinização cruzada é necessária para a fecundação (Shastri *et al.*, 2012). Nas plantas femininas é comum encontrar geralmente flores isoladas, enquanto as masculinas apresentam pequenas inflorescências de 3 ou mais flores.

Em meados de agosto, o desenvolvimento das flores começa a partir dos meristemas laterais florais (Snowball, 1997) e surgem dos gomos axilares, da segunda à oitava folha, nos ramos do ano decorrente, que crescem a partir de ramos do ano anterior.

O fruto da *Actinidia* difere muito entre as diferentes espécies, é geralmente uma baga ou uma cápsula loculicida, são alongados, ovoides ou cilíndricos e compostos de três tipos distintos de tecido: pericarpo externo (localizado sob a epiderme), pericarpo interno (semente e lóculo) e núcleo (Snelgar, *et al.*, 2007).

Na *A. deliciosa* os pelos da epiderme são longos e rígidos e não caem facilmente. A polpa, tem uma cor verde-esmeralda devido à presença de clorofila no fruto maduro,

que se desenvolve em torno da parte central, onde estão inúmeras pequenas sementes pretas, dispostas em círculo.

O fruto lembra um ovo grande, com peso que varia entre 40g e 150g que é diretamente proporcional ao número de sementes, que por sua vez depende do número de grãos de pólen que entra na flor, durante a polinização. O peso depende ainda do número de frutos por árvore e o equilíbrio entre a vegetação e a produção (Cunha *et al.*, 2007).

O fruto é considerado muito bom do ponto de vista nutricional. O kiwi é uma excelente fonte de vitamina C (quadro 1), apresenta quase que o dobro do teor existente na laranja e, enquanto não é descascado mantém-se mais ou menos estável, visto que a epiderme constitui uma barreira à sua degradação (Ferguson *et al.*, 2003).

Quadro 1

Nutrientes e vitamina C por 100g de fruto edível.

	Unidades	Kiwi	Maça	Laranja
Fibra total dietética	g	3,0	1,3	2,4
Cinzas	g	0,61	0,17	0,44
Ferro	mg	0,31	0,07	0,1
Manganês	mg	0,098	0,038	0,025
Vitamina C	mg	92,69	4,0	53,2

Nota. Adaptado de Franco (2008).

O kiwi é também rico em vitaminas E e A, duas importantes vitaminas lipossolúveis que em conjunto com a vitamina C parecem ter um elevado poder antioxidante (Franco, 2008). Possui, ainda, quantidades consideráveis de ácido fólico, necessário na formação dos glóbulos vermelhos, no crescimento dos tecidos e na formação do DNA, o qual parece ter um papel importante na prevenção de doenças cardiovasculares, principalmente nos portadores de distúrbios metabólicos em que há um aumento da homocisteína no sangue, atuando como redutor desta toxina (Franco, 2008).

1.1.3 Condições edafoclimáticas

A *A. deliciosa* adapta-se bem aos vários tipos de solo, mas eles precisam ser bastante drenados para o bom desenvolvimento de seu sistema radicular, o que significa que não suporta solos muito esqueléticos e com teores elevados de argila e de calcário (Shastri *et al.*, 2012).

Sua produtividade está intimamente relacionada com o possível desenvolvimento do seu sistema radicular, ou seja, é preciso condições de solo favoráveis que otimize este desenvolvimento, como a escolha de solos de textura franca ou franco-arenosa, onde as raízes possam atingir pelo menos 1 metro de profundidade (García & García, 2010).

Quanto ao pH do solo, é indicado que se mantenha entre 5,5 e 6, sem ser superior a 7,5 nem inferior a 5,5, pois solos muito alcalinos podem propiciar carência de micronutrientes, e muito ácidos podem comprometer o desenvolvimento radicular e devem ser corrigidos (Shastri *et al.*, 2012).

Em relação aos fatores climáticos, a temperatura e o vento são os mais importantes sendo os que mais interferem no desenvolvimento e produção da espécie, podendo tornar-se limitantes para a cultura. Desta forma é preciso tomar medidas preventivas e de luta contra as consequências negativas que estes fatores podem propiciar.

A planta, se levada ao extremo, aguenta temperaturas mínimas de até -15°C, porém corre o risco de ter o tronco danificado. A temperatura ideal para o seu desenvolvimento varia de 14°C a 25°C. Temperaturas mais elevadas podem ser toleradas caso a humidade relativa do ar e as necessidades hídricas da planta estejam asseguradas (Oliveira & Veloso, 2008).

A actínídea é uma planta subtropical, típica de locais temperados ou subtropicais de montanha, que exige uma estação de crescimento longa, temperada e com algum frio invernal para a quebra de dormência. Deste modo é preciso, que no inverno se registem valores abaixo dos 7°C com 700 a 900 horas de frio (Ferguson, 2013).

Embora o frio seja necessário para o processo de diferenciação dos gomos, e consequentemente para aumentar o número de lançamentos férteis (Guerriero *et al.*, 1992), temperaturas de -2 ou -3°C durante várias horas podem ser suficientes para destruir os gomos florais, atrasar a rebentação e a formação das flores. Desta forma, as geadas constituem, sem dúvida, o acidente climático que mais estragos pode causar num pomar de actínídea, podendo, em casos extremos, provocar a perda total da produção (Chiabrande & Giacalone, 2018).

As geadas afetam tanto as plantas quanto os frutos e dependendo da época em que ocorram (durante o repouso vegetativo, primavera ou outono) podem causar menos ou mais estragos (Stirk, 2005; Oliveira & Veloso, 2008; Caramés, 2016). Em Portugal e nos locais de implantação da cultura, as geadas que ocorrem durante o repouso vegetativo podem considerar-se inócuas para a actínídea.

É importante que na época de maior sensibilidade da planta, quando há presença de folhas (a partir de março) e quando a rebentação já foi iniciada, a ocorrência de geadas seja baixa, pois podem ocasionar estragos mais significativos como lesões ao longo do tronco, necroses ligeiras nas folhas e até destruição total ou parcial dos gomos florais (Oliveira & Veloso, 2008).

As geadas no mês de maio, ou seja, durante a floração e nos meses de outubro e novembro (outono), nos quais se procede à colheita também causam a perda de produção, mesmo sendo menos frequentes no país. No entanto, o seu efeito principal é sobre os frutos, causando necroses no pedúnculo (provocando a sua queda), bem como a destruição celular que leva a uma rápida perda de dureza, tornando-os impróprios para o armazenamento (Oliveira & Veloso, 2008; Caramés, 2016).

A ação do vento é limitante da cultura do kiwi, pois pode ocasionar danos mecânicos e fisiológicos nas plantas, entre os quais a quebra de folhas, gomos e flores, além de dificultar a polinização por interferir no voo das abelhas. Por isto, é importante colocar a cultura em lugares com abrigo natural contra os ventos dominantes e, se for necessário, instalar corta-ventos naturais ou artificiais.

A humidade relativa do ar deve ser superior a 60%, preferivelmente entre 75-80%, para evitar perdas excessivas de água através da transpiração, e evitar assim a paralisação do crescimento vegetativo e desenvolvimento dos frutos.

Estima-se que as precipitações necessárias para esta cultura estão entre os 1400 e 1500 mm, distribuídos uniformemente ao longo do ano.

Os períodos de maiores necessidades em água são imediatamente depois do vigamento do fruto e no mês de setembro (Antunes, 2008). Por último considera-se que a insolação ideal é de 2200 a 2300 horas por ano, podendo aumentar ou diminuir a exposição através do sistema de condução da cultura e da sua poda subsequente (García & García, 2010).

1.1.4 Cultivares, sistemas de condução e principais técnicas culturais na região de Entre Douro e Minho

Como já dito, a cultivar predominante cultivada de *A. deliciosa* é a 'Hayward', com frutos de polpa verde apresentando pelos no exterior da epiderme. Foi desenvolvida em Avondale, Nova Zelândia por volta de 1925, sendo a base da produção mundial e a cultivar mais descrita e conhecida (Ferguson, 1990; Ferguson & Seal, 2008; Antunes, 2008).

Todavia, existem outras cultivares pistiladas (femininas ou produtoras) - Abbott, Allison, Bruno, Monty, e algumas outras estaminadas (masculinas ou polinizadoras) - Matua, Tomuri e Chieftain, todas da espécie *Actinidia deliciosa* (Neves, 2008).

Nos últimos anos, foram introduzidos no mercado cultivares de kiwi de polpa amarela. Um fruto mais doce e menos ácido destinado a consumidores que, por norma, não consomem kiwis ou que não se ajustaram ao gosto do kiwi tradicional de polpa verde. As variedades de kiwi amarelo são variedades protegidas, produzidas, sob contrato de royalties e de comercialização exclusiva com determinada organização de produtores ou operador comercial (Franco, 2008).

Em Portugal estão a ser cultivadas as variedades 'Jintao', do consórcio italiano Jingold, gerida pelas Frutas Douro ao Minho e a variedade 'G3/Sungold' do consórcio neozelandês Zespri.

A armação do pomar, as podas, o número de gomos deixados na planta, o número de varas em cada planta, a monda de frutos, a polinização, a rega, a fertilização/ nutrição, a manutenção do solo, a proteção fitossanitária e os reguladores de crescimento, são fatores determinantes nas produções obtidas e fazem parte da gestão da cultura (Costa, 2019).

De início, para instalação do pomar de kiwi é preciso ter conhecimento da região, para saber se a planta terá uma boa adaptação às condições edafoclimáticas, além de analisar a necessidade de correção da fertilidade do solo, para assim proporcionar condições mais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Em seguida, antes ou na altura do plantio, deve realizar (se preciso) uma adequada fertilização do solo, com o objetivo de corrigir algumas das suas características físicas, químicas e/ou biológicas.

A actínídea, devido ao seu modo de crescimento, requer obrigatoriamente uma estrutura de apoio que deve ser resistente e durável, de modo a ser capaz de suportar o peso da planta e a sua respetiva produção, bem como ser resistente a condições ambientais adversas. Admitem-se todos os sistemas de condução adaptados a esta cultura, sendo os mais recomendados a cruzeta, a pérgola e o GDC (Genova Double Curtain) (Rodrigues, 2008).

O método de cruzeta é o mais utilizado, enquanto que a pérgola permite obter maiores produtividades, e o GDC é utilizado em explorações de produção de kiwi de alta densidade (AJAP, 2017).

As plantas femininas são dispostas a meia distância entre as cruzetas e as plantas masculinas são colocadas junto às cruzetas, fazendo-se a sua distribuição perpendicularmente às linhas do pomar (fig. 6a). A condução das plantas masculinas é feita de forma igual à das femininas, para que a distribuição do pólen se processe da melhor maneira. Geralmente, o compasso usado neste tipo de condução é de 5 x 3m (Rodrigues, 2008).

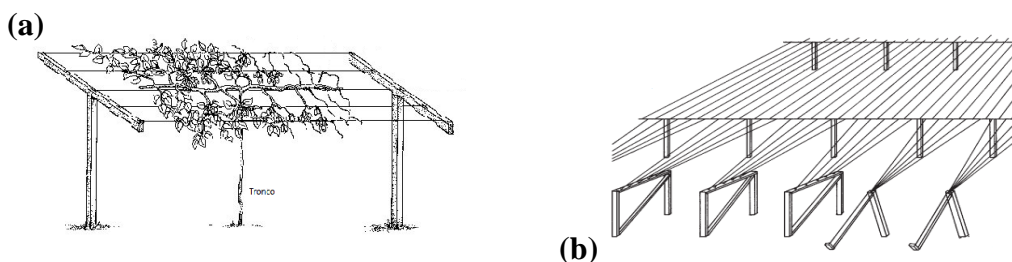


Figura 6. (a) Sistema de condução em cruzeta. Fonte: Maughan & Black (2015); (b) Sistema de condução em pérgola. Fonte: Adaptado de Strik (2005).

O sistema de condução em pérgola é composto por postes verticais e barras horizontais que, em conjunto com um sistema de arames paralelos, formam um estrado que permite suportar as plantas formando uma ramada (fig. 6b). Neste sistema de condução tanto as plantas femininas como as masculinas devem ser plantadas a meia distância dos postes, estando uma planta masculina entre cada quatro plantas femininas na linha (AJAP, 2017).

Já o sistema de condução GDC, é um sistema que permite a plantação em compassos menores que nos sistemas anteriores, sendo os mais utilizados de 1x5 m ou de 2x5 m (AJAP, 2017). Este sistema caracteriza-se por apresentar duas colunas verticais paralelas em que se dispõe as plantas em forma de V, ficando o interior da linha sem vegetação (Costa *et al.*, 1992). Como se verifica na fig. 7, as plantas são suportadas por um arame lateral, ao invés do central utilizado nos outros sistemas de condução.

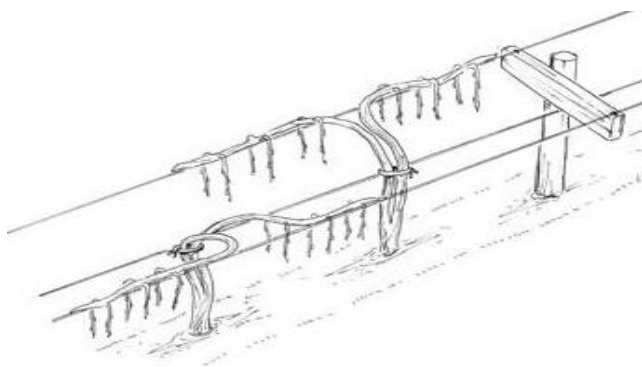


Figura 7. Sistema de condução em GDC. Fonte: Stafne (2019).

A poda na cultura do kiwi depende da altura do ciclo de vida em que as plantas se encontram e dos objetivos que se pretendem atingir. Deste modo, existem dois grandes tipos de poda: a poda de formação que ocorre nos primeiros anos de vida do pomar, e a poda de produção, que se realiza anualmente e que se divide em poda de inverno e poda de verão (Stirk, 2005).

Uma vez que esta é uma espécie dioica, na realização dos diferentes tipos de poda é necessário ter em consideração o sexo das plantas que se está a podar, uma vez que a poda das plantas masculinas é diferente das femininas (AJAP, 2017).

A poda de formação tem por objetivo a obtenção e formação, no menor período de tempo possível, de uma planta com estrutura e capacidade produtiva adequadas. Consiste, fundamentalmente, na poda a 2 ou 3 gomos após a plantação, na eleição do lançamento melhor posicionado para a constituição do caule principal, na formação do cordão, e na sua orientação ao longo do arame (Stirk, 2005).

Dependendo da região e do pomar, a poda de produção é executada a partir do momento em que a planta entra em produção. Com esta operação pretende-se equilibrar a relação frutificação/crescimento vegetativo, assegurar a renovação das varas e manter a sua distribuição na copa. A poda de produção inclui uma poda no inverno e outra no verão (AJAP, 2017).

1.1.5 Principais problemas fitossanitários

O interesse no cultivo da actinídea tem aumentando de forma paralela à importância da sua problemática fitossanitária. A nível internacional pode-se citar uma série de pragas e doenças que em Portugal ainda não foram detetadas ou que ainda não trouxeram prejuízos economicamente significativos. Desta forma, a atenção deve estar virada em torno das medidas protetoras das culturas, para que assim se possa evitar ao máximo a introdução de novos inimigos da cultura.

As enfermidades que afetam a actinídea são por grande parte de origem abióticas, desta forma é preciso planear o cultivo tomando em conta fatores como frequência de geadas, ventos e asfixia radicular a fim de se utilizarem medidas preventivas adequadas (Balestra & Bovo, 2003).

Já em relação aos dados de origem bióticos, é preciso haver um acompanhamento rigoroso e um monitoramento da incidência dos mesmos na cultura com o intuito de evitar o surgimento de pragas e doenças e de tratar logo ao início de seu desenvolvimento,

utilizando ao máximo o uso de práticas e estratégias ecológicas, nomeadamente, a evitar o uso de produtos químicos de síntese.

As pragas e doenças das árvores são influenciadas pelo clima, especialmente a pluviometria, temperatura e humidade (Caramés, 2016). Desta forma, durante a colheita, há que ter o maior cuidado com o manuseamento dos frutos, pois apesar da sua aparência rústica, são bastante delicados e qualquer golpe, ainda que ligeiro, pode danificar-lhes a casca e até a polpa. Ferimentos nos frutos na colheita podem dar origem a podridões durante a conservação nas câmaras, causadas por *Botrytis* e outros fungos (Feng, 2003).

Entre as doenças causadas por fungos que podem provocar danos na cultura do kiwi, referem-se a “podridão agárica” causada por *Armillaria* spp., que provoca o enfraquecimento da planta; a “podridão radicular” causada por *Phytophthora* spp., que reduz o tamanho dos lançamentos terminais, provoca a perda de produção e desfolhamento da copa; e a “esca” provocada por um complexo de fungos entre os quais *Phaeoacremonium* spp., *Fomitiporia mediterranea* e *Phaeomoniella chlamydospora* (Sofia, 2008; Moreira e Coutinho, 2014) que provocam necrose, lesões tipo “serradura” e os frutos não atingem o tamanho normal ou nem amadurecem.

Contudo, os pomares de kiwi também podem ser infetados por doenças causadas pelas bactérias *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*, *P. viridiflava* e *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae*, esta última conhecida por ser a doença mais preocupante que afeta a actinídea atualmente: o cancro bacteriano da actinídea (Garcia, 2015).

1.1.6 Colheita, pós-colheita e conservação

O kiwi apesar de ter uma casca que protege o seu interior, é muito sensível a feridas e impactos. A colheita precisa ser feita com cuidado, pois sua má administração pode acarretar no comprometimento do fruto impedindo sua comercialização além de contaminar os demais ao redor. Por essa razão é primordial o conhecimento e cuidado na colheita, manuseamento, transporte e armazenamento para garantir o sucesso na comercialização do fruto, evitando possíveis problemas de armazenamento (Antunes *et al.*, 2000; Guroo *et al.*, 2017).

Em temperatura ambiente, aproximadamente 20°C, o kiwi manifesta o comportamento de um fruto climatérico, ou seja, há um aumento na produção de etileno associado a um incremento da taxa de respiração levando a um rápido amadurecimento. Porém, quando submetido a condições de conservação com temperatura entre 0 e 10°C seu comportamento difere marcadamente permitindo então um comportamento não

climatérico (Antunes *et al.*, 2000), reduzindo a biossíntese autocatalítica de etileno (Ilina, 2003; Kim *et al.*, 1999; Ritenour *et al.*, 1999).

Kiwis frescos raramente são comercializados imediatamente após a colheita. Por essa razão, a maioria das frutas é geralmente armazenado por até 4 a 6 meses (Jabbar, 2014). O que certifica um dos atributos mais valiosos desta fruta: sua vida útil longa, permitindo assim a comercialização dos frutos muito mais tarde após a época da colheita (Cotrut *et al.*, 2015).

O amolecimento é o principal fator limitante da vida útil (Feng *et al.*, 2001). Perdas imensas ocorrem se as frutas amolecerem prematuramente no armazenamento. Então, uma das maiores preocupações no armazenamento de kiwis é o gerenciamento de etileno na atmosfera e o controle da temperatura e da humidade. Vale ressaltar que os efeitos destes dois parâmetros, em um ambiente livre de etileno, podem variar entre as diferentes cultivares, pomares e estações do ano (Benge, 1999; Hopkirk e Clark, 1991).

A colheita de cultivares que amadurecem mais tarde como a 'Hayward' depende das condições específicas da área em que são cultivadas. A determinação do ponto adequado de colheita é realizada por meio dos índices de maturação que facilitam a colheita, armazenamento, embalagem, transporte e comercialização.

A análise da concentração de açúcares no fruto através do teor de sólidos solúveis (TSS) é um desses índices. Quando os frutos atingem valores de 6,2 °Brix, que dependendo da latitude pode ocorrer depois de 160-180 dias de floração (Feng *et al.*, 2001), significa que já estão aptos a serem colhidos.

Kiwis Hayward, em Portugal, são geralmente colhidas no início de novembro. Em áreas onde não há risco de geadas, a colheita pode ser adiada até o TSS dos frutos atingir 7,5-9 °Brix (Brigati & Donati, 2003). Colheita precoce entre 5 e 6 °Brix resulta em baixa qualidade da fruta (Guroo *et al.*, 2017).

A qualidade das frutas é determinada por uma ampla gama de características desejadas, como valor nutricional, sabor, qualidade durante e após o processamento e prazo de validade. Os níveis de nutrientes e fotoquímicos variam de acordo com a cultivar e são afetados por diferentes fatores pré e pós-colheita, incluindo o processo de maturação e, conseqüentemente, seu armazenamento (Meena *et al.*, 2018).

Desta forma, além do TSS, há diferentes parâmetros que expressam uma imagem completa das características da fruta (Cotrut *et al.*, 2015). Parâmetros químicos, como acidez titulável (AT), condutividade elétrica (CE) e vitamina C, também podem ser utilizados para determinar a qualidade do fruto (Cotrut *et al.*, 2015; Fattahi *et al.*, 2010).

A finalidade da pós-colheita é manter a máxima qualidade do produto, isto é, as suas características sensoriais ou organolépticas, nutritivas e sanitárias. Para serem comercializadas, as frutas devem cumprir certas exigências principalmente no seu processo de conservação, para conseguir um produto aceitável pelo mercado (Antunes, 2007; CE nº 1673/2004).

Após a colheita, devem ser acondicionados e transportados rapidamente em boas condições para evitar vibrações ou outros impactos entre os frutos durante o transporte. O kiwi produz etileno por natureza, responsável pelo seu amadurecimento e logo após a colheita se submetidos à temperatura ambiente, amadurecem em 19-20 dias (Antunes, 2008). Por essa razão que os produtores devem tomar cuidado quanto às condições de armazenamento, pois quando este é favorável o tempo de conservação é maior, aumentando consequentemente as chances de comercialização.

Pesquisas recentes dizem que a probabilidade de incidência de desordens fisiológicas é muito menor quando o processo de “cura” é feito, então esta prática tem sido mais adotada ultimamente. A “cura”, segundo Antunes (2008), é o processo em que se deixa o fruto à temperatura ambiente durante 48-72 horas antes de colocá-lo no frio, processo este que propicia a cicatrização de pequenas feridas e também da região de contato com o pedúnculo. A seguir é feito o armazenamento a frio (atmosfera controlada), onde a fruta é submetida à temperatura 0°C para que não haja autocatálise de etileno, e humidade relativa de 90-95% para evitar a perda de peso (Burdon e Lallu, 2011; Harvey *et al.*, 1983; Lallu *et al.*, 1989; McDonald, 1990; Ritenour *et al.*, 1999), uma vez que no período inicial de armazenamento a perda de água é rápida e manter a humidade relativa alta minimiza essa perda (Meena *et al.*, 2018).

Outras opções de armazenamento também são utilizadas, como a utilização de ácido salicílico (SA), imersão em cálcio, revestimento comestível e embalagem em atmosfera modificada, com o intuito de reduzir as perdas de humidade, restringir a captação de oxigênio, reduzir a respiração, além de promover a produção retardada de etileno que inibirá o crescimento microbiano e retardará a descoloração do fruto (Fattahi *et al.*, 2010).

1.1.7 Sistemas de Produção Integrada e Biológica

A conscientização alimentar e ambiental evoluiu muito nos últimos anos, a utilização indiscriminada dos recursos naturais causou (e causa) inúmeras problemáticas tanto ambientais quanto de saúde humana, o que incitou a preocupação dos consumidores

em adquirir, para si e sua família, alimentos com origem na agricultura biológica, uma vez que estão associados à ideia de serem produtos mais saudáveis e de preservar o meio ambiente.

Desta forma, as questões relacionadas com a preservação ambiental, manutenção da biodiversidade, sustentabilidade no uso dos recursos naturais e responsabilidade social têm sido os grandes motores do crescimento da agricultura biológica e da produção integrada (Costa, 2010).

O Modo de Produção Biológico (MPB) é um sistema que analisa e gere as explorações agrícolas de forma holística, ou seja, busca sempre o equilíbrio natural do ecossistema combinando as melhores práticas ambientais com o processo de produção (UE, 2018). Práticas estas que devem ser priorizadas na tomada de decisão ao uso de fatores de produção exteriores à empresa agrícola, sem esquecer que as condições regionais requerem sistemas adaptados localmente (Mourão, 2007). Portanto, a produção biológica visa à proteção das culturas e o aumento da fertilidade dos solos, impedindo consequentemente sua erosão ao aprimorar a saúde dos agroecossistemas.

A agricultura biológica em Portugal, tal como nos outros países do mundo, tem apresentado um crescimento sustentado nos últimos anos traduzindo-se no aumento da procura e da oferta de produtos biológicos. De acordo com os últimos dados divulgados por Willer *et al.* (2020) a área agrícola de produção biológica na Europa aumentou mais de 1,25 milhões de hectares de 2017 para 2018 (fig. 8).

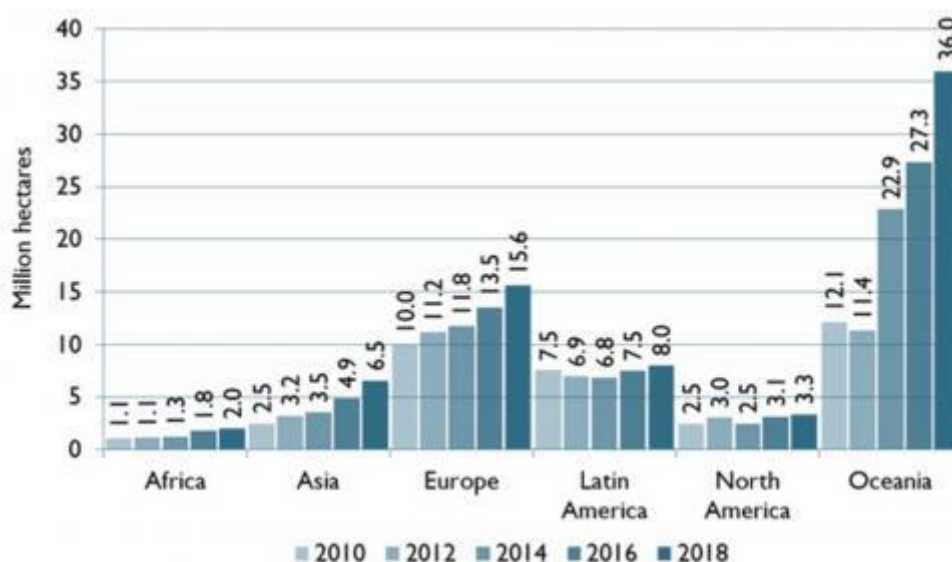


Figura 8. Aumento da área agrícola biológica entre os anos de 2010-2018 por continentes. Fonte: FiBL-IFOAM (2020).

No mundo, a agricultura biológica já é praticada em 186 países, por mais de 2,8 milhões de agricultores (Willer *et al.*, 2020). A área total destinada a esse modo de produção em Portugal foi 213,1 ha em 2018, cerca de 5% da Superfície Agrícola Utilizada (Eurostat, 2020; FiBL, 2021). Entre 2012 e 2018, a área de AB em Portugal aumentou 6%, valor bastante inferior ao aumento verificado em média na UE-28, que foi de 34% (Mourão, 2020).

Pomares de kiwi em MPB têm ainda uma fraca expressão em Portugal e no mundo. Contudo, este cenário tende a modificar-se uma vez que a área dedicada a esta cultura em produção biológica sofreu um aumento ao longo dos últimos anos. Dados do FiBL (2018) mostram que, na esfera mundial, em 2016 a área dedicada à produção de kiwi em MPB era de 5.735 ha, valor superior a 2015 com 1.017 ha.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 256/2009 de 24 de setembro, que estabelece os princípios e orientações para a prática da proteção e produção integrada, bem como o regime das normas técnicas de ambos, a Produção Integrada (PRODI) é:

“[...] um sistema agrícola de produção de alimentos e de outros produtos alimentares de alta qualidade, com gestão racional dos recursos naturais e privilegiando a utilização dos mecanismos de regulação natural em substituição de fatores de produção, contribuindo, deste modo, para uma agricultura sustentável.”

Desta forma, trata-se de um modo de produção que prioriza os meios de proteção indiretos em detrimento dos diretos, com o intuito de diminuir o desenvolvimento da população dos seus inimigos.

Os meios de proteção indiretos devem ser sempre a primeira opção, uma vez que tem como objetivo manter este desenvolvimento abaixo dos níveis que causam prejuízos e afetam economicamente a produção. Somente quando isto não é possível, é que são utilizados os meios diretos de luta no combate aos inimigos culturais, tais como: luta biológica, biotécnica, física, genética e cultural.

As intervenções químicas, como meio de luta, só podem ser utilizadas como último recurso, quando todos os outros meios já citados não foram capazes de evitar estragos a nível económico. Assim sendo recorre-se aos produtos fitofarmacêuticos homologados para a cultura em questão, produtos estes que devem constar nas Listas da SIFITO - Sistema de Gestão das Autorizações de Produtos Fitofarmacêuticos, designadamente para as Finalidades Autorizadas (Magalhães, 2009).

Atualmente existem alguns produtos homologados para a cultura do kiwi no que diz respeito aos reguladores de crescimento e às substâncias ativas herbicidas. Outras substâncias ativas, como é o caso dos moluscicidas, para as quais não há produtos homologados para a cultura da actinídea, utilizam-se os produtos homologados para culturas não específicas (DGPC, 2005).

Nesse sentido, o que deve ser destacado é que em relação à gestão fitossanitária, no MPB e no PRODI, a prioridade deve ser a prevenção, ou seja, uso de meios de luta preventivos no controlo dos inimigos das culturas. O mesmo refere que quando não houver êxito na proteção, é possível utilizar produtos fitofarmacêuticos já autorizados e homologados em Portugal, porém deve-se evitar ao máximo a administração dos mesmos.

Em conclusão, sendo notório o crescente interesse por parte dos consumidores, em que ao aumento do consumo de kiwis se associa um estilo de vida saudável, a opção por sistemas de agricultura mais sustentáveis, como o MPB e PRODI são opções cada vez mais interessantes.

1.2 O Cancro bacteriano da actinídea (Psa)

1.2.1 Enquadramento histórico, geográfico e impacto económico da doença

O cancro bacteriano de kiwis, causado por *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), é uma séria ameaça à produção de kiwis em todo o mundo. Está incluído na Lista A2 da Organização Europeia da Proteção das Plantas (EPPO, 2016) e afeta diferentes espécies de *Actinidia*, incluindo *A. deliciosa* (kiwi verde), *A. chinensis* (kiwi amarelo), *A. arguta* (kiwi bebé) e *A. kolomikta* (Scortichini *et al.*, 2012).

Também há estudos que descrevem que a bactéria sobrevive em *Cryptomeria japonica*, uma espécie não hospedeira (Vanneste *et al.*, 2012). Outras espécies como *Alternanthera philoxeroides* (EPPO, 2020a), *Paulownia tomentosa* (EPPO, 2020b) e *Setaria viridis* (EPPO, 2020c) foram igualmente descritas como hospedeiros de Psa (EPPO, 2020). Atualmente é a doença mais destrutiva desta cultura, sendo responsável por acentuadas perdas económicas neste setor (Moura *et al.*, 2015; Renzi *et al.*, 2012).

Ainda que a epidemiologia da doença não seja totalmente conhecida, atualmente pelo menos quatro linhagens de Psa já foram descritas, mas é provável que existam mais.

O cancro bacteriano do kiwi, provavelmente originário na Ásia, tendo em conta que é a região de origem do seu hospedeiro (Marcelletti *et al.*, 2011). Foi identificado pela primeira vez na *A. deliciosa* cv. Hayward em Shizuoka - Japão, no início da primavera de 1984 onde sintomas generalizados apareceram em troncos e ramos de pomares maduros (Takikawa *et al.*, 1989).

Na República da Coreia, a bactéria foi detetada pela primeira vez em 1988 na Ilha Cheju, e se espalhou rapidamente pelas áreas de produção de kiwis (principalmente ao longo da costa sul da Coreia). Posteriormente, em 1989, uma doença com sintomas semelhantes foi descrita na província de Hunan – China, espalhando-se então pelos outros países produtores de kiwi (Cameron *et al.*, 2014). Na Coreia e no Japão, o cancro bacteriano é considerado um fator limitante para a produção de kiwis, com perdas significativas na produção de frutas e mortalidade de plantas.

Na União Europeia, para além de Portugal, a doença encontra-se oficialmente presente trazendo graves consequências económicas, ao dizimar muitos pomares. A doença teve seu primeiro relato na Europa em 1992 em Itália, a partir de plantas sintomáticas na região de Latium. Mesmo tendo sido identificada em 1992, só a partir de

2009 que a bactéria começou a causar estragos significantes à produção no país (Balestra *et al.*, 2009).

Na Nova Zelândia, maior exportador de kiwi, os primeiros sintomas da doença foram notados em outubro de 2010 na região de Bay of Plenty, na espécie e cultivar mais suscetíveis a danos severos: *A. chinensis* cv. 'Hort16A' (EPPO, 2015). Só depois que afetaram a *A. deliciosa* cv. 'Hayward'. Em menos de três anos após a sua descoberta a Psa foi identificada em mais de 1.400 pomares, representando 52% da superfície cultivada com kiwi neste país (Donati *et al.*, 2014)

Já em Portugal, o primeiro foco de Psa foi detetado em março de 2010, na região de Entre Douro e Minho (Balestra *et al.*, 2010). Durante o ano de 2011, foram localizados vários novos focos em pomares localizados nos concelhos de Lousada e Amarante, igualmente situados no Norte de Portugal. No mesmo ano foram ainda detetadas na região Norte do país plantas infetadas provenientes de Itália.

Já em 2012, a presença deste organismo nocivo foi oficialmente assinalada nos concelhos de Santa Maria da Feira, Valença, Vila do Conde, Marco de Canaveses e em Felgueiras, todos do Norte de Portugal. Sendo o Lago - Braga, Quinta dos Bocas e Valença as áreas com maior incidência da doença (Renzi *et al.*, 2012).

Desta forma, como demonstrado na fig. 9, a doença já possui uma larga distribuição geográfica, tendo sido também descrita nos seguintes países e respetivos anos: desde 2011 no Chile, na Nova Zelândia, em França, em Espanha, na Austrália e na Suíça, desde 2012 na Turquia (EPPO, 2015), desde 2015 na Argentina (Balestra *et al.*, 2018).

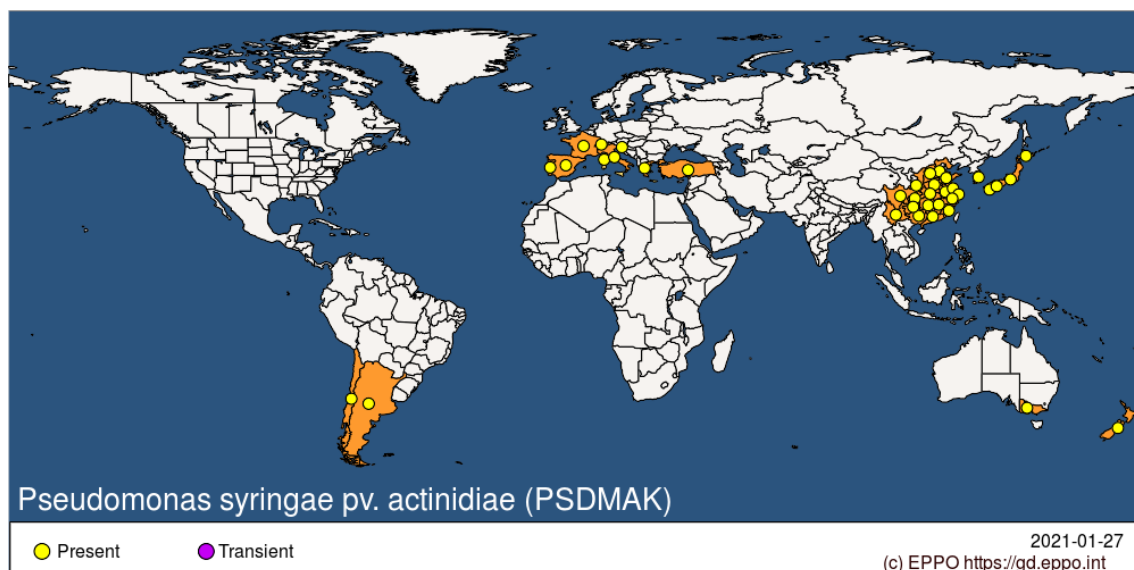


Figura 9. Países em que a bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) foi descrita. Fonte: EPPO (2019).

A necessidade de esclarecer a distribuição atual desses patógenos e entender as questões mais importantes relacionadas a eles (origem/semelhança genética, estratégias de controle, fatores abióticos e bióticos que ajudam a sua disseminação) é uma prioridade muito sentida no momento, já que é responsável por perdas económicas significativas para a economia dos países que cultivam o kiwi.

1.2.2 Taxonomia, populações e ciclo da doença

A *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pertence ao super-reino *Bactéria*, filo *Proteobacteria*, classe *Gammaproteobacteria*, ordem *Pseudomonadales*, família *Pseudomonadaceae*, género *Pseudomonas*, espécie *Pseudomonas syringae* e patovar *actinidiae* (EPPO, 2015).

Embora o padrão global de variação genética de Psa seja desconhecido, cinco populações distintas (Psa1, Psa2, Psa3, Psa5 e Psa6) foram caracterizadas até o momento (Sawada *et al.*, 2016; Vaneste, 2017; Zhen-feng *et al.*, 2019). A antiga biovar 4 ou Psa4 foi recentemente reclassificada como uma nova espécie: a *Pseudomonas syringae* pv. *actinidifoliorum* - PFM, uma vez que apresentava características genéticas e fenotípicas distintas das restantes biovars (Abelleira *et al.*, 2015; Cunty *et al.*, 2015; Vanneste, 2017).

Estão presentes em diferentes países produtores de kiwi e têm características e agressividades distintas, causando prejuízos também distintos, pelo que é importante conhecer a prevalência das populações de Psa numa região ou país (quadro 2).

Quadro 2

População de Psa conhecidas, distribuição geográfica e grau de virulência

População	Localização	Virulência
Psa1	Japão, Itália	Moderada
Psa2	Coreia	Moderada
Psa3	Argentina, Chile, China, Espanha, França, Itália, Portugal, Nova Zelândia, Turquia	Elevada
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidifoliorum</i> (PFM)	Austrália, Nova Zelândia, França, Espanha	Reduzida
Psa5	Japão	Moderada
Psa6	Japão	Limitada

Nota. Adaptado de Chapman et al., 2012; Cuntly et al., 2014; Moura et al., 2015; Vanneste, 2017; Vanneste et al., 2013; Sawada et al., 2016.

A bactéria penetra na planta através de aberturas naturais como estomas e lenticelas (fig. 10) e a partir de lesões artificiais provocadas pelo vento e granizo ou ferramentas de cortes de poda, tendo capacidade de se movimentar através do sistema vascular da planta avançando em sentido descendente (Scortichini *et al.*, 2012). A disseminação da bactéria, a grandes distâncias, faz-se essencialmente por via dos materiais de propagação infetados, incluindo as plantas obtidas por micropropagação (Miller *et al.*, 2015).

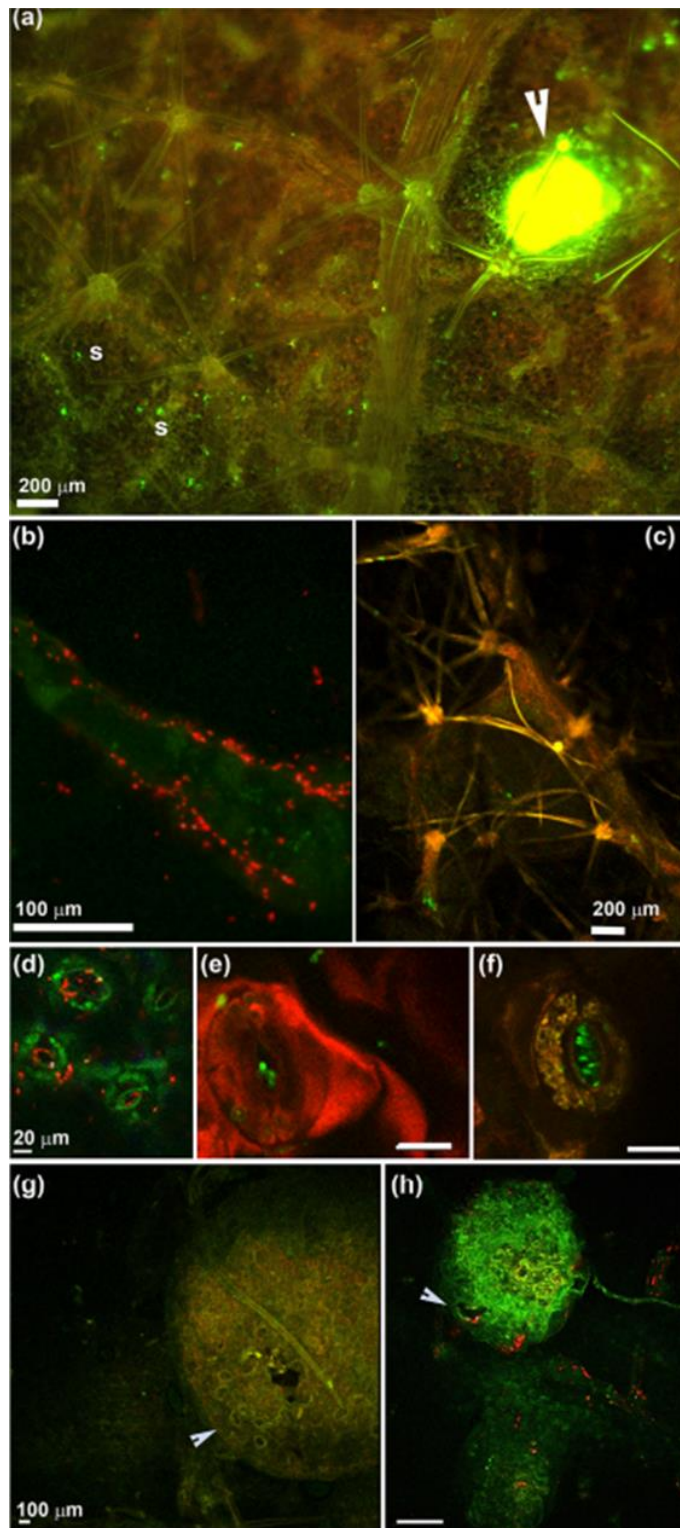


Figura 10. Folhas de kiwi (a-f) e lenticelas (g-h) colonizadas por Psa CFBP7286-GFPuv (a, c, e, f) ou CFBP7286-DsRED (b, d, h). **a** - fotografia de fluorescência da superfície abaxial de uma folha de *A. chinensis* var. *deliciosa deliciosa*. Vários estomas infectados são destacados como pontos fluorescentes verdes brilhantes. A seta indica uma lesão na folha produzindo uma gota de exsudato bacteriano. Estomas são destacados com um 's'. **b** - tricoma multicelular unisseriado colonizado por Psa. Cada ponto vermelho é uma célula bacteriana. Psa forma microcolônias na base do tricoma. **c** - superfície abaxial de uma folha de *A. chinensis* var. *chinensis*. A base de vários tricomas peciolados estrelados é colonizada por Psa CFBP7286-GFPuv (sinal verde brilhante. **d** - micrografias de scanner a laser confocal (CLSM) de *A. chinensis* var. *deliciosa* e *A. chinensis* var. *chinensis* (f) mostrando a colonização de estomas por *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Para visualizar a colonização do hospedeiro in vivo, usaram-se as estirpes CFBP7286-DsRED (d) ou CFBP7286-GFPuv (e,f), expressando uma proteína fluorescente vermelha ou verde. Na microfotografia (d) cada ponto vermelho é uma única célula patogênica; em (e) e (f), células de Psa são visualizadas como pontos verdes. A menos que especificado, as barras de medição na mesma linha têm o mesmo comprimento. **g** - microfotografia de varrimento a laser confocal de uma lenticela saudável com 2 semanas de idade de *A. chinensis* var. *chinensis*. A superfície de lenticela é caracterizada pela estrutura estomática indicada pela seta. Na parte central da lenticela, uma micro lesão escura, devido ao intumescimento de lenticela em condições de humidade elevada, também é visível. **h** - lenticela infectada por PsaCFBP7286-DsRED. Cada local vermelho é uma microcolônia bacteriana. Psa coloniza a superfície da lenticela e está associada a uma microlesão devido ao intumescimento da lenticela (seta).

A qualquer altura do ano é possível haver inoculação, mas é no outono, fim do inverno e início da primavera que a probabilidade de infeção é maior (fig. 11), por serem as épocas de desenvolvimento da bactéria, dado que as condições de temperatura e humidade são mais favoráveis à sua manutenção e reprodução (Vaneste *et al.*, 2011).

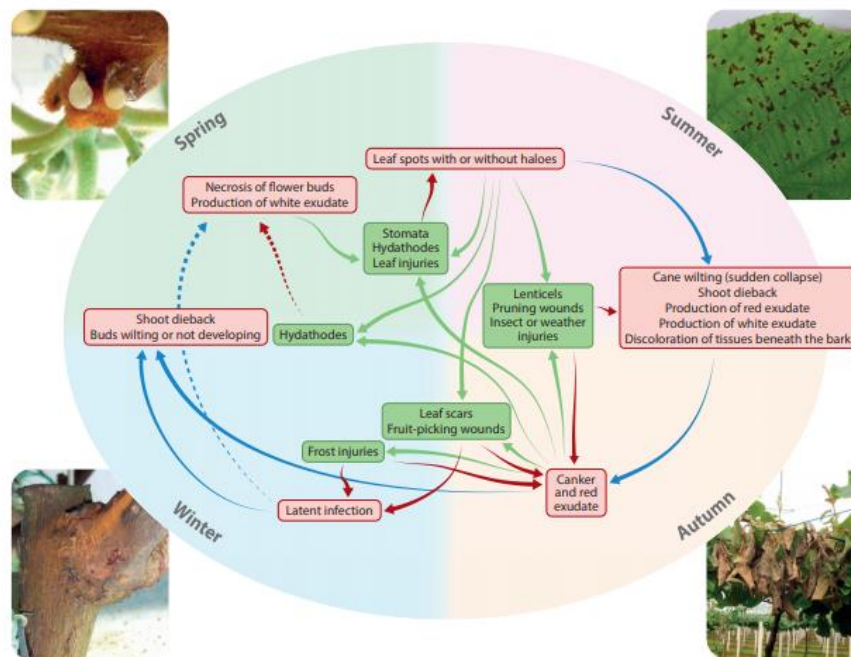


Figura 11. Ciclo de vida de Psa. As setas verdes representam o inóculo epifítico; as setas azuis representam o movimento de Psa na planta (sistêmica); as setas vermelhas indicam os sintomas observados após os diferentes tipos de infecção. Setas tracejadas indicam que o caminho não foi provado. As vias de entrada da bactéria estão nas caixas verdes, enquanto os sintomas estão nas caixas vermelhas. Fonte: Adaptado de Vanneste, 2017.

No outono, o risco é superior pelo fato de ser a altura de realização das operações culturais que promovem feridas artificiais que deixam a planta exposta à bactéria, e é nesta época que podem começar a formar-se cancrios nos troncos e nos ramos. No final do inverno/início da primavera a dispersão da bactéria pode iniciar-se através da produção de exsudados bacterianos a partir dos cancrios antigos (Ferrante *et al.*, 2012), que vão infetar jovens rebentos.

É na primavera que, quando a temperatura começa a aumentar e a planta entra em atividade vegetativa, que a bactéria se multiplica ativamente, sendo a época do ano preferencial para a disseminação dentro da planta e entre plantas no mesmo pomar afetando o desenvolvimento das flores, folhas e caules. É quando os primeiros sintomas de Psa começam a ser notados (DGAV, 2014).

A migração dentro da planta hospedeira ocorre através dos vasos xilémicos e representa uma fase importante do ciclo da doença, uma vez que pode resultar na formação de cancrios que permitem a dispersão de inóculo bacteriano no ambiente através da produção de exsudados ferruginosos (DGAV, 2014; Ferrante *et al.*, 2012).

No verão, quando as temperaturas sobem acima de 27°C, a população de Psa pode diminuir inibindo a dispersão e a infecção de plantas. No entanto, estudos recentes na

Europa (França, Portugal e Espanha) mostraram que a Psa pode crescer acima de 25° C, mas sua capacidade de infecção é inferior (Scortichini *et al.*, 2012; Vanneste *et al.*, 2011).

A população bacteriana e a sua atividade voltam posteriormente a aumentar quando as temperaturas decrescem com a chegada do outono. No entanto, os sintomas das novas infecções só aparecerão na primavera seguinte (Vanneste *et al.*, 2011).

1.2.3 Sintomas e controlo da doença

Os sintomas da doença variam ao longo do ano, o sinal mais importante de deteção de um pomar infetado é quando a parte aérea da planta começa a murchar, levando logo a seguir à morte repentina de plantas (Carvalho *et al.*, 2017; EPPO, 2019; Ferrante *et al.*, 2012; Huang, 2016;).

Alguns sintomas podem não ser específicos, o que dificulta a sua identificação no campo. Por exemplo, a morfologia das manchas nas folhas e as necroses nas flores causadas pela Psa são semelhantes às causadas por outras bactérias patogénicas da actinídea como *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* ou *Pseudomonas viridiflava* (Vanneste *et al.*, 2011).

Da mesma forma que varia de acordo com a época do ano, os sintomas podem ocorrer em diversos órgãos da planta, como: tronco, folhas, ramos, flores e frutos (Donati *et al.*, 2014; EPPO, 2015).

Observam-se primeiro nas folhas, que apresentam pequenas manchas necróticas, de forma irregular podendo ou não estar delimitadas por um halo amarelo pálido (fig. 12). É possível encontrar também folhas com necroses castanhas de maiores dimensões ou pontos coloridos muito escuros entre as nervuras das folhas (Moura *et al.*, 2015; Vanneste *et al.*, 2012).



Figura 12. Primeiros sintomas a serem observados nas folhas das plantas infetadas. Fonte: Vanneste *et al.* (2012).

O avanço da Psa no tecido vascular da planta leva a sintomas secundários, que afetam drasticamente a vitalidade da planta. Os sintomas secundários são: a morte e queda

das folhas, a partir da ponta da vara, aparecimento de exsudado vermelho/laranja no tronco (fig. 13a), ramos ou varas e, na primavera, este exsudado apresenta coloração avermelhada ou escura dos gomos.

Em fase mais avançada da doença, o exsudado é de cor branca e contém níveis muito elevados de inóculo. Com o tempo, os ramos afetados começam a secar a partir do meio, o local por onde presumivelmente a bactéria entrou no tecido, secando posteriormente em ambas as direções, o que leva a outro sinal igualmente importante de detecção da Psa, os botões florais apresentam necroses castanhas (fig. 13b) e geralmente não se desenvolvem impedindo assim a formação de fruto (Moura *et al.*, 2015; Vanneste *et al.*, 2011) ou, desenvolvem-se mas os frutos murcham e caem rapidamente (fig. 13c) ocasionando a perda de valor comercial (Donati *et al.*, 2014; Vanneste *et al.*, 2010).



Figura 13. (a)(b)(c) Sintomas da Psa a serem notados após a infecção da planta. Fonte: DGAV (2014); Luísa Moura (2019); Moura *et al.* (2015).

Não há, até o momento, meios de luta curativos, e os tratamentos químicos existentes consistem em estratégias de controle para evitar a entrada e a propagação do inóculo. O combate à Psa requer estratégias integradas de gestão dos pomares e novas técnicas de condução ajustadas às condições edafoclimáticas do pomar, em busca de criar modelos que evitem o surgimento da doença. Atualmente, seu controlo baseia-se na conjugação de diferentes meios de luta, como: luta legislativa, genética, cultural, biológica e química (Carvalho *et al.*, 2017; Moura *et al.*, 2020).

Na luta legislativa, considerada uma medida de luta indireta, há um grupo de normas (nacionais e europeias) estabelecidas com o intuito de evitar a disseminação da doença, ao servir como uma primeira barreira de prevenção, uma vez que estão definidos pela Autoridade Fitossanitária Nacional (DGAV) protocolos e programas de prospeção anual para Psa, a implementar em pomares de actínídea.

O Decreto-Lei n.º 154/2005 e a Decisão de Execução da Comissão n.º 2012/756/UE, de 5 de dezembro, são exemplos. O primeiro é relativo às medidas de proteção fitossanitária destinadas a evitar a introdução e dispersão no território nacional e comunitário, de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais. Já a Decisão é relativa a medidas para impedir a introdução e propagação na União Europeia de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* Takikawa Serizawa, Ichikawa, Tsuyumu & Goto, que visam a prevenção da doença, através da obrigatoriedade de passaporte fitossanitário em todas as plantas transacionadas.

O processo de contaminação de pomares pode-se dar tanto a partir de fatores bióticos e abióticos, como: a atividade das abelhas, de outros insetos e de aves, a ocorrência de fortes e intensas precipitações e de ventos fortes e as lesões causadas nas plantas pela queda de granizo e pelas geadas. Contudo, o principal fator de disseminação da Psa dentro e fora do pomar infetado é a má administração das técnicas culturais pelo próprio produtor. A utilização de máquinas agrícolas e equipamentos de poda em diferentes pomares sem se proceder à desinfeção dos mesmos, é o principal veículo de infeção (Brás, 2017).

A luta cultural visa prevenir e eliminar focos da Psa, através de operações que reduzem a presença do inóculo quer no inverno em ramos, quer na primavera em folhas, ou a não circulação de material infetado pelo pomar (Vanneste *et al.*, 2011). O Plano de Ação Nacional para o controlo de *P. syringae* pv. *actinidiae*, de 2014 da Direção Geral de Alimentação e Veterinária prevê medidas a prospeção, deteção, controlo e a eliminação/erradicação da doença (DGAV, 2014).

Na instalação de novos pomares, as plantas devem ser produzidas a partir de material de viveiro com fontes livre de doenças, acompanhadas por um passaporte fitossanitário que garante esta condição.

Quando há sintomas nítidos, como a presença de exsudados ferruginosos, as plantas infetadas que mostrarem sintomas no tronco devem ser monitorizadas e avaliadas para então optar pela decisão que melhor minimize a dispersão da doença. Nesses casos, as plantas, sem necessidade de confirmação laboratorial, devem ser arrancadas e destruídas ou deve proceder-se ao arranque do tronco até um metro abaixo do ponto de infeção, desde que não sejam visíveis sintomas de infeção nos feixes (DGAV, 2014).

As plantas com sintomas apenas nos ramos e ou folhas devem ser podadas pelo menos 70 cm abaixo do ponto de infeção, ou até não se observarem sintomas de infeção

nos feixes. Já as que apresentem apenas sintomas foliares devem ser marcadas e podadas após a colheita (DGAV, 2014).

Todas as feridas resultantes das podas sanitárias devem ser desinfetadas e seladas com produtos apropriados, normalmente à base de cobre. Adicionalmente, todos os pomares em que forem detetadas plantas infetadas devem ser alvo de particular cuidado, nomeadamente no que respeita à desinfeção de todo o equipamento agrícola (inclusive aqueles vindos de outros pomares), tais como tesouras de poda e equipamento de proteção pessoal, e ao movimento de ramos e material resultante das podas, o qual deve ser destruído no próprio pomar (DGAV, 2014; Moreira & Coutinho, 2014).

Vale ressaltar que, segundo Vanneste *et al.* (2011), mesmo depois de implementar todas essas medidas fitossanitárias, a garantia de remoção de todo inóculo do pomar não é de 100%, já que as mesmas são feitas em plantas infetadas que tiveram tempo de expressar os sintomas da doença. Ou seja, as plantas ou parte de plantas que tenham sido infetadas e que ainda não tenham sintomas visíveis, ou as plantas nas quais a Psa esteja presente como epifítica não são removidas, o que permite que a doença continue a espalhar-se no pomar.

O meio de luta químico é o mais utilizado atualmente e tem um caráter preventivo, com maior eficácia quando aplicados em fases precoces do ciclo vegetativo. Para o controlo da Psa substâncias ativas à base de estreptomomicina (antibiótico aminoglicosídeo) e diferentes formulações cúpricas (hidróxido de cobre, oxiclóreto de cobre, óxido cuproso e sulfato de cobre) são utilizadas (Vanneste *et al.*, 2011).

Os tratamentos com produtos à base de cobre são recomendados na primavera, antes da rebentação, no outono, após a queda das folhas, e sempre que as plantas apresentem feridas devido ao granizo ou ventos fortes (DGAV, 2014).

Contudo, as defesas químicas devem ser evitadas, uma vez que já é conhecida a sua toxicidade ao homem e sua fitotoxidade que causa danos tanto em folhas quanto em caules, sem contar a capacidade de indução de mecanismos de resistência na Psa e em outros agentes patogénicos (Cameron *et al.*, 2014; Vanneste *et al.*, 2011). Por essa razão e por não serem suficientes para a prevenção do aparecimento da doença (quando utilizados sozinhos) devem ser acompanhadas de medidas gerais para reduzir o inóculo através de uma boa higiene do pomar e da gestão de campo apropriados (Donati *et al.*, 2014).

É necessária uma abordagem integrada que inclua uma nutrição equilibrada das plantas, medidas culturais para uma boa higiene do pomar e estratégias de controlo

biológico para mitigar a severidade desta doença tendo em vista a necessidade de redução dos efeitos adversos da luta química para o ambiente e para a saúde humana.

Quanto às estratégias de controlo biológico, na luta contra a Psa, o principal recurso utilizado é *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, um agente microbiológico que tem ação de antibiose, competição e indução de resistência sistémica no hospedeiro (Donati *et al.*, 2014; Scortichini *et al.*, 2012; Stewart *et al.*, 2011). Atualmente está homologado em Portugal outro produto com base em *Bacillus amyloliquefaciens* estirpe QST 713 (Sifito, 2021).

Os bacteriófagos, os vírus que infetam bactérias, têm recebido crescente interesse de pesquisa nos últimos anos como um meio realista e ecológico de controlo de doenças bacterianas. Desta forma, estudos realizados na Nova Zelândia por Frampton *et al.* (2014) permitiram a identificação de bacteriófagos em pomares de kiwi, os quais foram testados contra uma coleção de diferentes estirpes de Psa e de outras bactérias presentes habitualmente nos pomares deste fruto. Os resultados mostraram que estes fagos têm a capacidade de infetar a maioria das estirpes de Psa isoladas na Nova Zelândia e na Europa, exceto as provenientes do Japão ou Coreia, o que significa que a possibilidade do desenvolvimento de um tratamento à base de fagos traz esperança de sucesso em algumas áreas geográficas, quando as condições climáticas são favoráveis.

Ainda na luta biológica, em Nova Zelândia, Wicaksono *et al.* (2017) observaram que é possível inibir a colonização de Psa e reduzir a severidade da doença em duas cultivares de actínídea através da utilização de bactérias endofíticas recolhidas a partir de plantas de *Leptospermum scoparium*. Assim sendo, técnicas agronômicas devem ser estudadas e ajustadas para uma melhor gestão de cancro bacteriano no pomar.

Outra opção como meio de proteção pode ser a utilização de peptídeos antimicrobianos (AMPs) que, apesar de terem sido usados com sucesso para o controle de várias bactérias patogénicas, são poucos os trabalhos realizados na utilização de AMPs como meio de proteção contra Psa. Estudos recentes realizados em Portugal (Mariz-Ponte *et al.*, 2021) mostraram o potencial de seis AMPs isolados ou em misturas, para controlar Psa. Os ensaios de citometria de fluxo realizados sugeriram uma maior permeabilidade de membrana para o peptídeo 3.1, em comparação com os outros AMPs estudados. Os resultados obtidos destacam o potencial interesse das misturas AMP contra Psa, e o péptido 3.1 como uma molécula antimicrobiana que pode melhorar outros tratamentos em ação sinérgica.

A pesquisa do efeito da ação antimicrobiana de óleos essenciais (EOs) tem também recebido o interesse de diferentes equipas de investigação. Nicoletta *et al.* (2018) mostraram nos seus estudos *in vitro* que os EOs mais eficazes contra Psa foram os obtidos de *Syzygium aromaticum*, tomilho (*Thymus vulgaris*), orégão (*Origanum vulgare*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*) e, em menor grau, os EOs de alho (*Allium sativum*), concluindo do potencial interesse destes compostos como meio de proteção a usar contra Psa.

1.3 Redes de cobertura foto-seletivas

1.3.1 Tipos e caracterização de redes

Ao longo dos anos, a criação de estratégias para a proteção das culturas, aumento da produtividade e, conseqüentemente, dos lucros têm tomado um papel muito importante na agricultura. Ao considerar a importância do ambiente para o crescimento e desenvolvimento das plantas, alternativas que permitam a manipulação da luz incidente, tanto em sua intensidade como em sua composição espectral, para fins hortícolas, é uma dessas estratégias que, relativamente nova, tem um grande potencial agrotecnológico.

A luz é um dos fatores ambientais importantíssimos para o crescimento e desenvolvimento da planta, uma vez que propicia a fotoestimulação de biossíntese de substâncias, o fototropismo, a fotomorfogênese e o fotoperiodismo (Lancher, 2004). Age de forma complexa no interior das plantas ao envolver a ação combinada de vários sistemas fotorreceptores, dentre os quais, receptores para a detecção de luz vermelha e vermelha distante, e para a luz azul e ultravioleta (Oren-Shamir *et al.*, 2001).

As redes de cobertura foto-seletiva ou malhas de sombreamento colorida é uma ferramenta que pode ser utilizada para uma grande variedade de propósitos, desde proteção física (granizo, vento, pragas) a melhoramento da utilização da radiação solar pelas culturas agrícolas. Capazes de modular o espectro luminoso em função de suas propriedades físicas, promove respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz. Os efeitos são diversos e as respostas da planta podem diferir, pois pode afetar o desenvolvimento vegetativo, o processo de fotossíntese, as características físicas das frutas, sem contar a sua qualidade e resistência a condições diversas (Arthurs *et al.*, 2013; Ilić *et al.*, 2018; Shahak, 2008).

As redes são feitas de fios translúcidos que filtram bandas espectrais específicas da luz transmitida através delas, tanto nas faixas espectrais ultravioleta (UV) como nas faixas espectrais visíveis, modificando o ambiente abaixo delas principalmente com a transformação da luz direta em luz dispersa/difusa (Appling, 2012; Basile *et al.*, 2014; Shahak *et al.*, 2004b).

Diversos estudos relatam o uso das redes de cobertura foto-seletiva como uma forma de não só reduzir a intensidade da radiação, que é importantíssima para as plantas pois atua diretamente no balanço de energia e conseqüentemente nas condições ambientais (Hernandes *et al.*, 2004), mas também como meio de modular a qualidade dessa radiação incidente.

Parcerias de multinacionais, instituições de ensino e produtores puderam levar ao mercado um número variado de tipos e modelos de redes que podem diferir em sua eficiência na transmissão de luz difusa ou dispersa, e também na sua capacidade de espalhar luz que passa diretamente através delas, de acordo com as suas propriedades físicas (Oren-shamir *et al.*, 2001), oferecendo às plantas maior capacidade de desenvolvimento.

Segundo Briassoulis *et al.* (2007), a utilização de redes foto-seletivas não só contribuem para o incremento de produção, como também exercem efeito positivo na qualidade e homogeneidade da mesma.

É possível encontrar estudos citando a utilização de redes de variadas cores: branca, preta, azul, vermelha, cinza, verde, amarela e pérola, utilizadas no cultivo de árvores frutíferas, hortaliças, plantas ornamentais, dentre outras culturas (Amarante *et al.*, 2007; Basile *et al.*, 2008; Oren-shamir *et al.*, 2001; Shahak *et al.*, 2004a; Stamps, 2009). A fim de combinar a proteção física, juntamente com a filtragem diferenciada da radiação solar, para promover respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz (Rajapakse & Shahak, 2007).

As redes em questão são produzidas de polietileno de alta densidade (HDPE – High density polyethylene), intercetam cerca de 25% mais luz do que as tradicionais chegando a filtrar quase que 20% da radiação total. São tecidas com uma malha de 2,4 mm x 4,8 mm, ou seja, mais densas que as redes de proteção (granizo, insetos) tradicionais.

Ao contrário das redes de sombreamento tradicionais (preta), as redes foto-seletivas coloridas modificam de maneira diferenciada e específica a luz incidente nas regiões espectrais ultravioleta (UV), visível ou vermelha distante (VD) e, ao mesmo tempo, aprimoram o conteúdo relativo de luz direta e/ou absorve parte da radiação infravermelha (IV) (Shahak *et al.*, 2004b).

As redes foto-seletivas coloridas permitem uma modificação exclusiva da qualidade da luz. Ao contrário dos filmes, as redes são compostas por furos e fios de plástico. Portanto, a fração da luz que passa livremente pelos orifícios permanece inalterada em sua qualidade, enquanto a fração que atinge os fios sai da rede, tanto modificada espectralmente quanto dispersa.

Dependendo dos aditivos cromáticos do plástico, dos elementos de dispersão e do design do tricô, as redes foto-seletivas coloridas podem fornecer misturas variadas de luz

natural não modificada, juntamente com a luz difusa espectralmente modificada (Appling, 2012; Arthurs *et al.*, 2013; Briassoulis *et al.*, 2007; Shahak *et al.*, 2004a).

Quanto às cores, as redes cinzas são caracterizadas por possuir uma alta capacidade de sombreamento, portanto, oferece excelente proteção contra queimaduras solares, semelhantes às redes pérolas que por seu efeito prismático, converte mais do que qualquer outra rede a radiação direta em difusa, favorecendo a melhor penetração de luz no interior do pomar (IRIDIUM, 2017).

As redes foto-seletivas amarelas possuem características semelhantes às vermelhas, mas com a menor percentagem de sombreamento. Afeta positivamente a capacidade fotossintética da planta e favorece o acúmulo de açúcares, aumentando o tamanho dos frutos, enquanto melhora a qualidade organolética e estética da produção. Permite o amadurecimento mais precoce do que as redes mais escuras e uma entrada precoce na produção, induzindo um bom vigor vegetativo. Geralmente, induz bons rendimentos com frutos de alta dureza de polpa sem comprometer outros parâmetros de maturação e favorece a acumulação de matéria seca (IRIDIUM, 2017).

1.3.2 Utilização de redes em diferentes culturas

As redes de cobertura foto-seletivas podem ser empregadas para propiciar o aumento da qualidade dos frutos, porém a coloração de tela a ser instalada sobre o pomar deve ser escolhida de acordo com a espécie (Stamps, 2009).

Em Israel, Fallik *et al.* (2009) descreve que em cultivos de pimentão da área de Besor (semi-árido) sob redes vermelhas, amarelas e pérolas aumentaram acentuadamente a produtividade, em comparação com a prática comum da rede de sombreamento negra. Os efeitos combinados resultaram em melhores rendimentos das colheitas, melhor qualidade tanto antes como na pós-colheita e menor suscetibilidade a deterioração durante o armazenamento.

Da mesma forma, diversos estudos descreveram os efeitos das redes foto-seletivas sobre características qualitativas de culturas de diferentes árvores frutíferas tradicionalmente cultivadas sem redes e revelaram respostas ao sombreamento. Por exemplo o aumento do diâmetro dos frutos em macieiras "Smoothie Golden Delicious" são descritos por Shahak *et al.* (2004b) sob redes de coloração pérola, vermelha e branca, bem como o aumento do tamanho de peras e pêssegos relatados por estes mesmos autores, que também descreveram que somente a rede de cor azul não apresentou incremento de

tamanho. Igualmente verificou-se o aumento de baga de uvas Red Globe sob rede de coloração amarela (Stamps, 2009).

A cobertura do pomar com estruturas que propiciam a modificação ambiental já vem sendo testada e aplicada em muitas áreas de cultivo de kiwi (Basile *et al.* 2008 e 2012; Black *et al.*, 2015; Chiabrando & Giacalone, 2018; Koh *et al.*, 2001; Snelgar *et al.*, 1988). Esta tecnologia atrelada a um adequado sistema de ventilação e irrigação por gotejamento promovem proteção ao ambiente interno uma vez que são instaladas para um melhor controle da luz e do calor.

1.3.3 Benefícios e problemas da utilização de redes na cultura do kiwi

A cultura do kiwi é muito sensível aos danos diretos causados pelo granizo e pelo vento (Basile *et al.*, 2012). Por essa razão a utilização das redes é a forma mais eficiente de proteger os pomares da radiação excessiva e dos estragos promovidos pelo granizo, vento e alguns insetos/pragas. Contudo, sabe-se que o uso de redes anti-granizo tradicionais com 45% sombreamento pode diminuir a fertilidade das plantas (Snelgar *et al.*, 1991), o teor de sólidos solúveis (Snelgar & Hopkirk, 1988) e conseqüentemente o tamanho do fruto na colheita (Snelgar *et al.*, 1991). Por essa razão, estudar o uso das redes foto-seletivas coloridas na cultura do kiwi se tornou uma aposta concreta para a busca de opções viáveis ao produtor.

Além disso, chuva e vento são indicados como os principais fatores de dispersão de Psa3 dentro e entre pomares. Depois de estudo conduzido por Black *et al.* (2015) verificou-se que as redes de granizo estavam entre as soluções propostas para reduzir o impacto da chuva e do vento no dossel da planta podendo assim reduzir a disseminação da doença.

Sem contar que as redes auxiliam na redução do uso de pesticidas, uma vez que atuam como uma barreira mecânica que impede que os insetos migratórios, transmissores de doenças virais, cheguem às plantas (Teitel *et al.*, 2008).

Um estudo no sul da Itália avaliou os efeitos da rede azul, cinza, vermelha, branca sobre o kiwi Hayward. O peso das podas frescas durante o inverno foi maior com a rede azul do que com a rede vermelha ou sem rede. Não está claro se isso foi atribuído, em parte, ao fato de a rede azul ter diminuído a PAR mais em 26,9% em comparação com 0% e 22,8% para nenhuma rede e rede vermelha, respectivamente (Basile *et al.*, 2008).

O controle do vigor das plantas pode ser benéfico porque a poda representa um grande custo de produção. Porém os mesmos autores observaram que a rede azul, afeta negativamente a percentagem da matéria seca e do teor de sólidos solúveis dos frutos quando comparada com as demais redes (vermelha, branca e cinza) e com o controle.

Já, segundo Pardossi *et al.* (2004), a qualidade da frutificação pode ser impactada negativamente devido à fotossíntese reduzida causada pela redução da transmissão da luz. Sem contar que o aumento da temperatura durante determinadas fases de crescimento da videira ao aumentar o vigor vegetativo pode criar concorrência pelo suprimento de carboidratos e conseqüentemente reduzir o crescimento das frutas (Snelgar *et al.*, 2005).

Desta forma, a qualidade também pode ser afetada, pois segundo Kamota (1988), dependendo da espécie os efeitos do uso das redes podem interferir no acúmulo de açúcar nos frutos. Posto que o aumento da temperatura em determinadas alturas do estágio de crescimento, pode acarretar num acúmulo reduzido de açúcar (Black, *et al.*, 2015; Snelgar *et al.*, 2005), podendo afetar inclusive a maturação dos frutos (Polat *et al.*, 2005; Snelgar *et al.*, 2005).

Segundo Shahak *et al.* (2004b), é possível observar os efeitos positivos do uso de redes na cultura do kiwi relacionados à redução do estresse hídrico nos pomares sob redes, uma vez que as mesmas alteram as condições climáticas local, reduzindo a temperatura e conseqüentemente aumentando a umidade.

Quanto às cores, as redes vermelhas estimulam o crescimento vegetativo (Basile *et al.*, 2014; Oren-Shamir *et al.*, 2001; Ovadia *et al.*, 2009), uma alta percentagem de matéria seca na fruta o que resultou em uma alta concentração de sólidos solúveis nos frutos durante o armazenamento a frio, sem contar que o peso fresco era semelhante ao das plantas sem rede, independentemente da carga da colheita (Basile *et al.*, 2014).

As redes cinza e pérola afetaram a época da floração, a qualidade das flores e o tamanho das folhas (Oren-Shamir *et al.*, 2001; Ovadia *et al.*, 2009). Segundo Basile *et al.* (2014) o vigor da videira sob as redes brancas foi intermediário e apresentavam (juntamente com a rede azul) um ligeiro efeito negativo na concentração e cor da clorofila na carne.

O rendimento de frutos (número de frutos e peso) foi reduzido em todos os tratamentos com tonalidade colorida (azul, cinza, vermelho, branco com percentagens de sombreamento PAR de cerca de 20% a 27%) no estudo conduzido por Basile *et al.* (2008). Mesmo assim, o aumento no tamanho do fruto sob rede (exceto cinza) compensou um menor rendimento, não afetando negativamente na parte econômica (Basile *et al.*, 2008).

1.4 Objetivos do trabalho

A maior área de produção de kiwi em Portugal localiza-se na região do Entre Douro e Minho, tendo a fileira do kiwi uma elevada importância económica. Devido à doença do Cancro Bacteriano causada pela bactéria *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* (Psa 3), a produção de kiwi tem diminuído consideravelmente nos últimos anos, uma vez que não existe um tratamento eficaz para o controlo desta doença. A ESA/IPVC é uma das instituições participantes do projeto “GESPSA Kiwi - Ferramenta Operacional para gestão sustentável do cancro bacteriano Psa da actinídea”, que propõe diversas estratégias para a gestão da doença, incluindo a utilização de redes de proteção (vento e chuva), que poderão também ter um efeito na qualidade dos frutos. O presente trabalho foi realizado no âmbito deste projeto e teve com principais objetivos a avaliação da utilização de redes de cobertura foto-seletivas, de cor pérola, cinzenta e amarela, na produtividade, qualidade dos frutos e incidência da Psa, num pomar de kiwi “Hayward”, na região de Entre Douro e Minho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do pomar

O ensaio foi realizado num pomar de kiwi da cultivar Hayward, instalado no ano de 1988 na exploração agrícola “Quinta das Picas”, propriedade da empresa KIWI GREENSUN, Conservação e comercialização de fruta S.A., situada na freguesia de S. Salvador de Briteiros, a Lat. 41°31’N e Long. 8°27’W, concelho de Guimarães, distrito de Braga. A exploração, com uma orientação Norte-Sul, tem um compasso de plantação de 5 x 2,5 metros, sendo conduzido em pérgola com os arames situados a 2 metros de altura. O solo franco com um teor de matéria orgânica de 3,5%, que apresentou uma reação ácida (pH (H₂O) de 4,8) e teores de P₂O₅ e K₂O de 122 e 297 mg kg⁻¹, respetivamente.

Em maio de 2019 foi instalada uma estrutura de sombreamento sobre as plantas, composta por redes de proteção fotoconversoras Iridium® da empresa Agritech (Eboli SA, Itália), fabricadas com polietileno de alta densidade e uma malha de dimensão 2,4 x 4,8 mm. As colorações escolhidas foram: pérola, amarela e cinza, com uma percentagem de ensombramento nominal de 7%, 4% e 19%, respetivamente instaladas a 4 metros de altura acima do solo, cobrindo uma área de 17.000 m².

As variáveis meteorológicas foram medidas em 2 estações meteorológicas (UNL Ameriflux Site, Mead NE) colocadas a 3 metros de altura (fig. 14). Uma estação meteorológica foi instalada ao ar livre (controlo) durante todo o período experimental e outra estação foi instalada durante 21 dias sob a influência de cada uma das redes, de modo a comparar as variáveis climáticas medidas sob a influência das redes com o tratamento controlo. A temperatura do ar e a humidade relativa foram registadas com o Vaisala HMP50 Temperature and Relative Humidity Sensor (Vaisala Instruments, Vantaa, Finland), a temperatura do solo foi registada com 5Te sensor (Decagon Devices, Austrália) a velocidade do vento foi registada com o Anemometer 6410 (Davis Instruments, Hayward, USA), a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi registada com o B&W Tek i-trometer Portable Spectrometer (B&W Tek, Newark, DE) e a radiação solar de onda curta registada com o Li-200 Pyranometer. As variáveis climáticas foram registadas hora a hora, sendo posteriormente calculadas as respetivas médias diárias.

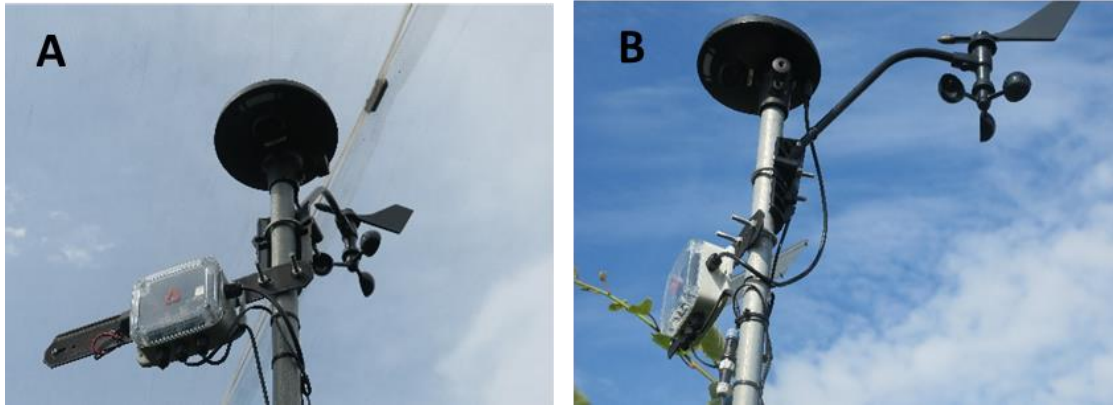


Figura 14. Pormenor das estações meteorológicas debaixo das redes (a) e na parcela controlo, sem redes (b). Briteiros, 2020.

2.2 Delineamento experimental

O ensaio foi efetuado recorrendo-se a um delineamento experimental em blocos casualizados, constituído por 4 tratamentos, nomeadamente, a testemunha sem rede (S) e as três redes utilizadas no estudo: pérola, amarela e cinza (P, A e C). Para cada tratamento foram efetuadas 3 repetições, de 3 plantas cada uma (fig. 15).



Figura 15. Pormenor do pomar com cobertura com redes de cor pérola, amarela e cinza. Briteiros, 2019/2020.

2.3 Colheita e análise dos frutos

A colheita foi efetuada no dia 4 de novembro de 2019, quando o teor de sólidos solúveis dos frutos era de cerca de 7 ° Brix. Foram colhidos todos os frutos das plantas pré-selecionadas (abaixo das três diferentes redes e do controlo) a fim de avaliar a produção da planta na sua totalidade. Em seguida, os frutos foram conduzidos ao armazém para contagem e pesagem permitindo assim o cálculo do peso médio dos frutos produzidos por repetição.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, onde se retirou uma amostra casual de 10 frutos de cada repetição, de

cada tratamento (5 tratamentos x 3 repetições). Para a avaliação dos parâmetros objetivos de qualidade, os 10 frutos foram pesados individualmente e foram medidos o comprimento e os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos. De seguida procedeu-se à medição da firmeza da polpa dos frutos, em dois locais opostos do fruto na zona equatorial, após remoção duma fina camada de casca. A firmeza foi medida com um penetrómetro (TR Snc) e foi expressa pela média da força máxima (kg cm^{-2}) necessária para penetrar a polpa, com uma sonda cilíndrica de 8 mm a uma velocidade de 50 mm min^{-1} . A matéria seca total foi determinada através do método gravimétrico por perda de massa na secagem após secagem de $\frac{1}{4}$ de cada um dos frutos cortados longitudinalmente (forma de gomo), numa estufa ventilada Venticel a 60°C , durante 48 horas de acordo com a NP EN 12145:1999.

Na determinação da cor utilizou-se o colorímetro RT100 - Lovibond, avaliando as coordenadas L^* , a^* e b^* , em que o L^* representa a luminosidade, a^* representa o eixo vermelho/verde e b^* representa o eixo amarelo/azul. Foram realizadas 10 medições (10 frutas) para cada repetição, ou seja, 30 por tratamento.

Para a avaliação dos parâmetros físico-químicos os frutos foram submetidos à centrifugação em uma centrífuga de frutas doméstica para a obtenção da polpa e foi determinado através do índice refractométrico ou grau Brix com uma *pen refractometer* PEN-PRO (Atago), a partir de leituras feitas no sumo dos $\frac{3}{4}$ de fruto restantes. As metodologias empregadas nas análises de acidez total titulável (grama de ácido cítrico por 100 gramas), o pH, sólidos solúveis totais ($^\circ\text{Brix}$) foram realizadas de acordo com as NP EN 12143:1999 e NP EN 12147:1999.

O valor de pH foi determinado por leitura direta no potenciómetro, equipamento titulador automático por potenciometria, da marca Crison, modelo PH-Burette 24.

A determinação da acidez titulável foi efetuada pelo método titulimétrico, através do equipamento titulador automático por potenciometria (o mesmo utilizado para determinação do pH). De cada repetição foram separadas 3 amostras de polpa de 5 ml, nas quais foram adicionados, a seguir, 25 ml de água destilada. O eléctrodo do potenciómetro foi introduzido no recipiente contendo a polpa e efetuada a leitura em visor digital do pH inicial.

Posteriormente, foi realizada a titulação com solução de NaOH até a faixa de pH ideal (8), sob agitação, tendo os resultados sido expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo a equação (NP EN 12147:1999):

$$\text{Ácido cítrico (g / 100g amostra)} = \frac{[\text{NaOH}](\text{mol / L}) \times v_{\text{gaze}}(\text{L}) \times (\text{MM}(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) / 3) \times 100}{m_{\text{amostra}}(\text{g})}$$

2.4 Índices Fisiológicos

Para a elaboração dos índices fisiológicos foi adaptada a metodologia usada em Salinero e Lema (1999) sendo contabilizados todos os ramos em que foi observada a fenologia. O índice de abrolhamento (IA): Número de gomos abrolhados / Número total de gomos, é influenciado pelo número de horas de frio em que a cultura esteve sujeita durante o período de dormência invernal (Campoy *et al.*, 2011) e fornece a percentagem de abrolhamento dos gomos de um determinado ramo.

O índice de abrolhamento fértil (IAF), tal como o nome indica, é a percentagem de gomos abrolhados que efetivamente produziram flores e frutos: Número de gomos frutíferos / Número total de gomos. Para além dos fatores genéticos, existem vários fatores que afetam este índice tal como a alternância, a exposição solar e o ângulo de inserção do ramo em relação ao eixo, o número de horas de frio e a existência de temperaturas baixas ao abrolhamento que danifiquem os gomos florais. No entanto, considera-se que a alternância e o ângulo de inserção não são fundamentais uma vez que nos pomares comerciais há um cuidado acrescido em proporcionar o correto equilíbrio vegetativo à cultura e uma vez que o sistema de condução é o mesmo para todos os pomares, o ângulo de inserção em relação ao eixo é em teoria o ideal.

E por fim o índice de fertilidade (IF) que indica o número médio de frutos produzidos por um determinado ramo fértil: Número total frutos / Número de gomos frutíferos. O índice de fertilidade é afetado especialmente por fatores genéticos, mas é também influenciado pelos mesmos fatores do IAF. Sendo os que se destacam a existência de temperaturas baixas no abrolhamento que danifiquem os gomos florais e a exposição solar dos gomos.

2.5 Avaliação da severidade do cancro bacteriano

Para a avaliação da severidade do cancro bacteriano, realizaram-se observações após o início da atividade vegetativa das plantas de kiwi na área do pomar onde se instalaram redes de cor pérola, cinzenta e amarela, e na parcela controlo, sem rede. Foram efetuadas observações mensais em 56 folhas de 3 plantas por cada tratamento e repetição, num total de 486 folhas. Utilizou-se uma escala visual proposta por Vanneste *et al.* (2013), a severidade da doença causada por Psa foi avaliada em função da percentagem da folha com sintomas. Utilizando uma escala de 0 a 5, em que (0) significa ausência de sintomas; (1) 1-10% de sintomas; (2) 11-25% de sintomas; (3) 26-50% de sintomas (4) 51-75% de sintomas e (5) 76-100% de sintomas (Fig. 16).

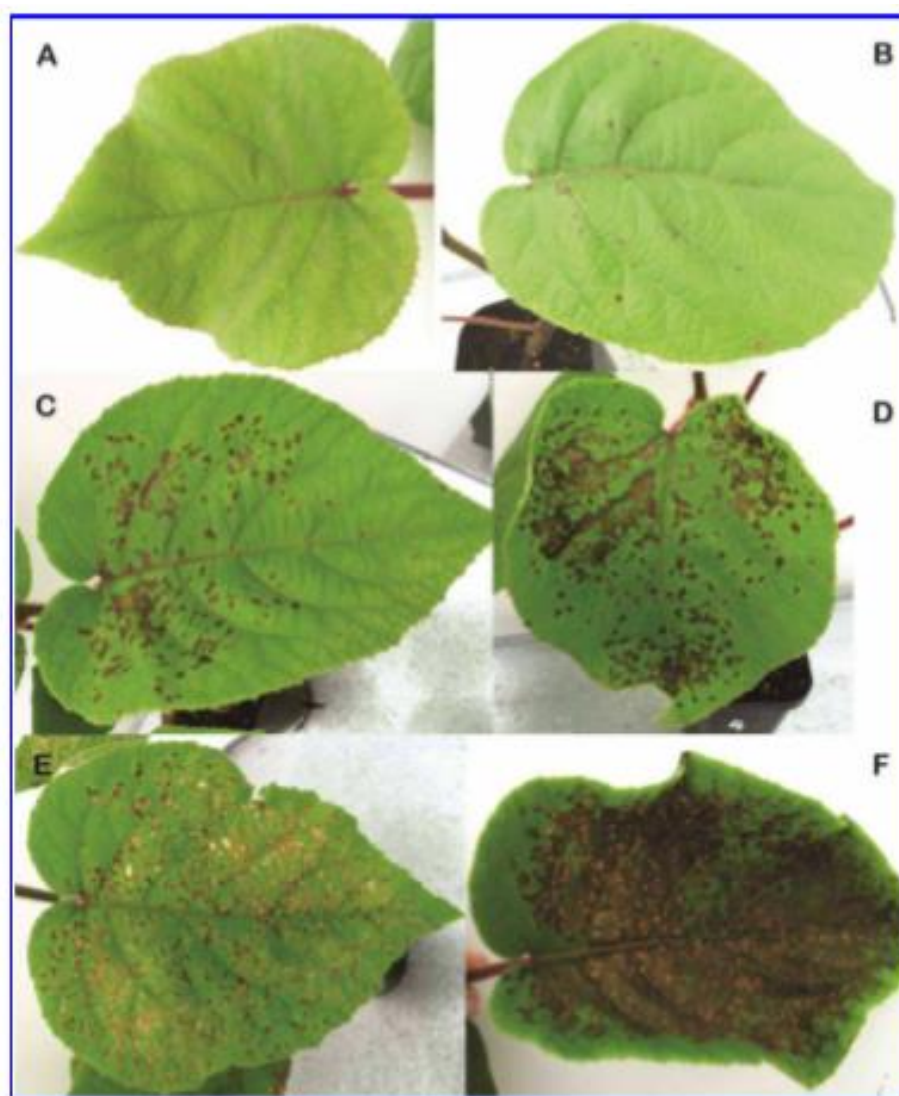


Figura 16. Escala para avaliação da severidade de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, em folhas de *Actinidia deliciosa*. A: folha sã, sem necroses - (0); B: 1-10% da área da folha necrosada - (1); C: 11-25% necrose foi pontuada - (2); D: 26-50% necrose - (3); E: 51-75% necrose - (4), e F: 76-100% necrose - (5). Adaptado de Vanneste *et al.*, 2013.

2.6 Isolamento e identificação molecular de Psa

No pomar em estudo foi recolhido material vegetal com sintomas de Psa para se proceder ao isolamento e identificação da bactéria. Utilizaram-se folhas com sintomas retiradas das plantas já identificadas previamente para análise da produção e qualidade dos frutos. As amostras foram colocadas em sacos de plástico, devidamente identificadas e transportadas para o Laboratório da Escola Superior Agrária/IPVC, onde foram analisadas.

A confirmação da presença de Psa no pomar, associada aos sintomas observados, foi realizada por métodos moleculares através de reações de duplex-PCR com o par de *primers* KN-F/KN-R e AvrDdpx-F/AvrDdpx-R (Gallelli *et al.*, 2011), tal como descrito por Moura *et al.*, 2015. Obteve-se a amplificação dos dois fragmentos de DNA esperados, de 226 e 492 pb, para todos os isolados obtidos de folhas, e para a estirpe italiana CFBP 7286 utilizada como controlo positivo. Confirmou-se assim que a sintomatologia das folhas observada era causada por Psa.

2.7 Análise estatística

A comparação das médias entre os diferentes tratamentos foi realizada pela diferença mínima significativa ($p < 0,05$), após análise de variância do desenho experimental de blocos casualizados. Todos os cálculos estatísticos foram realizados usando o programa SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc.).

3. RESULTADOS

3.1 Condições climáticas de baixo das redes

3.1.1 Radiação fotossintética ativa (PAR)

Conhecida por estimular a fotossíntese, a radiação fotossintética ativa (PAR) está representada na faixa espectral da luz solar de 400-700 nanómetros. O uso das redes diminuiu o valor médio da radiação PAR nas áreas em que foram aplicadas esta proteção. A rede pérola foi a que propiciou uma maior redução (fig. 9), cerca de 11,3% a menos quando comparada com a área de exposição solar direta. Seguida pela rede cinza com 9,2% e depois pela rede amarela com redução de 7,9% (quadro 3).

Quadro 3

Dados da radiação PAR (400-700nm) nas diferentes redes e sua comparação com a área controlo.

		Redes foto-seletivas						
		Pérola		Amarela		Cinza		
			Controlo (%)		Controlo (%)		Controlo (%)	
PAR (400-700 nm)	Méd	($\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	234,4	88,7	219,5	92,1	161,0	90,8
	Min		31,0	87,8	23,0	82,5	25,8	91,0
	Máx		389,1	89,1	371,4	92,2	327,6	93,8

Nota. Medições de 2019 da estação meteorológica instalada em campo onde: rede de pérolas (14/7 a 8/8 e 28/9 a 18/10); rede amarela (9/8 a 4/9 e 19/10 a 5/11); e rede cinza (5/9 a 27/9 e 6/11 a 21/11).

3.1.2 Temperatura e humidade relativa

De acordo com os dados da estação meteorológica, somente a temperatura mínima que diminuiu ligeiramente para cada tratamento, cerca de 0,1 °C a 0,4 °C, não apresentando diferenças significativas entre si, como mostra o quadro 4.

Quadro 4

Temperatura média, mínima e máxima nas três redes foto-seletivas e a diferença para condições externas.

Variável climática	Redes foto-seletivas					
	Pérola		Amarela		Cinza	
		Controlo		Controlo		Controlo
Temperatura méd. °C	19.4	0.7	18.5	0.5	15.4	0.3
Temperatura min.	11.8	-0.1	11.2	-0.1	8.8	-0.4
Temperatura máx.	28.1	2.1	27.0	1.7	23.7	2.2

Nota. Medições de 2019 da estação meteorológica instalada em campo onde: rede de pérolas (14/jun a 8/ago e 28/set a 18/out); rede amarela (9/ago a 4/set e 19/out a 5/nov); e rede cinza (5/set a 27/set e 6/nov a 21/nov).

Em todas as três diferentes redes foi observado um aumento na temperatura máxima. Na rede pérola, o aumento foi de cerca de 8% quando comparados com a área controlo (sem rede), em ambos os períodos em que a estação meteorológica ficou instaladas nesse tratamento. Já a humidade relativa do ar, no primeiro período (14/jul a 08/ago) diminuiu cerca de 1 %, enquanto que no segundo período (28/set a 18/out) a diminuição foi de 3,8%, quando comparada com o controlo. Quanto a velocidade do vento nesta rede, no primeiro período não se obtiveram dados, uma vez que os mesmos só começaram a ser computados a partir do dia 6 de agosto, dessa maneira aqui só são expostos os resultados do segundo período, que apontam uma redução de 71% da velocidade do vento (fig. 17).

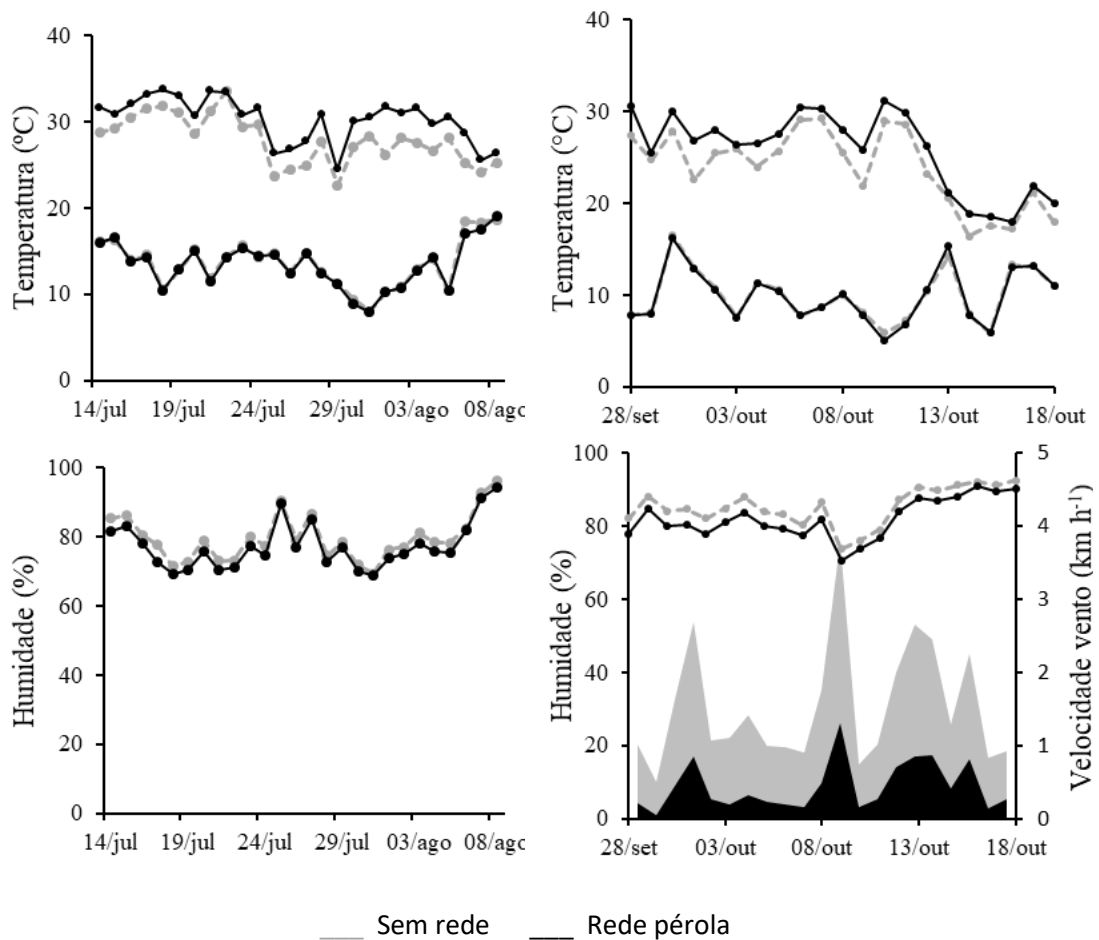


Figura 17. Temperatura máxima/mínima (°C), humidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h⁻¹) dos tratamentos sob proteção da rede pérola e sem cobertura, nos períodos de 14/jul a 8/ago de 2019 e 28/set a 18/out de 2019.

Quanto à rede amarela, a temperatura máxima aumentou aproximadamente 6% em cada período. Paralelamente, a humidade relativa do ar e a velocidade do vento diminuíram respetivamente 4,6% e 67,5% (fig. 18).

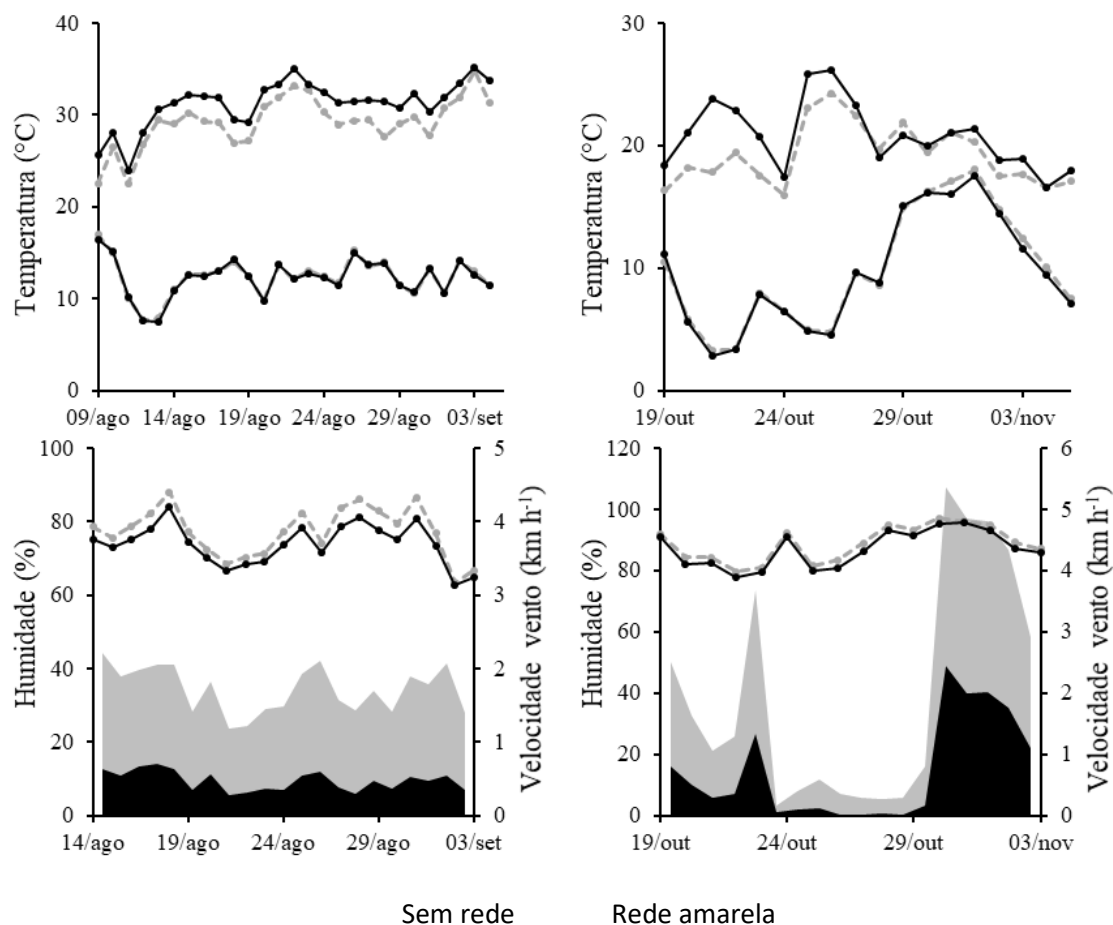


Figura 18. Temperatura máxima/mínima (°C), humidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h⁻¹) dos tratamentos sob proteção da rede amarela e sem cobertura, nos períodos de 9/ago a 4/set de 2019 e 19/out a 5/nov de 2019.

Por fim, igualmente observado nas demais redes, os valores da temperatura máxima da rede cinza também aumentaram, em média 10,7% e 12,4% nos períodos de 5/set a 27/set e 6/nov a 21/nov, respetivamente. Enquanto que a velocidade do vento diminuiu 68% em cada período e a humidade do ar que também diminuiu ligeiramente, cerca de 2,6% e 1% sob a rede cinza nos períodos assinalados (fig. 19).

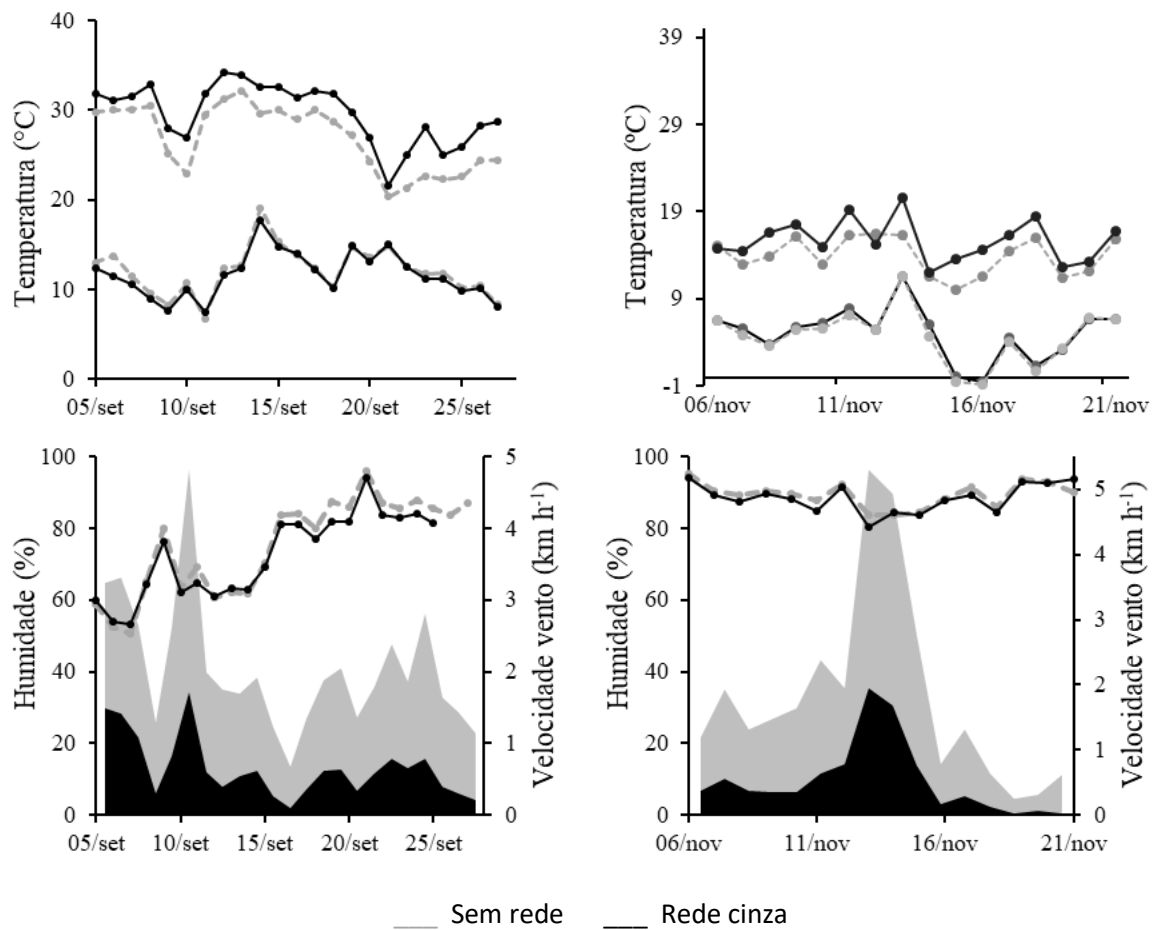


Figura 19. Temperatura máxima/mínima (°C), humidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km h⁻¹) dos tratamentos sob proteção da rede cinza e sem cobertura, nos períodos de 5/set a 27/set de 2019 e 6/nov a 21/nov.

3.2 Incidência da PSA

No primeiro mês de análise da doença no pomar não foram observadas diferenças significativas quanto a sua severidade nas diferentes redes e tão pouco na área a céu aberto. Contudo, a partir de julho, pode-se afirmar que a incidência de Psa na rede pérola começa a ser menor que nas demais e no controle (fig. 20).

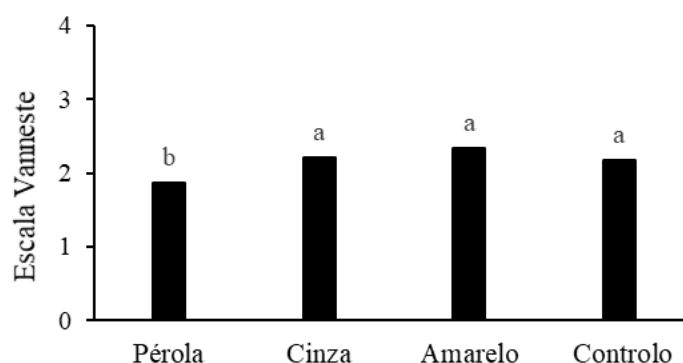


Figura 20. Redução da incidência de Psa em plantas de Actinídea com cobertura de rede de cor pérola no mês de julho de 2019. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência ou não de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

Já em agosto esta redução continua a ser observada, não só na rede pérola, mas também nas redes amarela e cinza quando comparadas ao controle (quadro 5). Mas em setembro, os sintomas da doença foram novamente semelhantes em todas as redes, porém diminuíram em comparação com a área sem redes.

Quadro 5

Incidência de PSA nas diferentes redes: pérola, amarela e cinza, no período de junho a setembro de 2019

	Controle	Redes foto-seletivas		
		Pérola	Amarela	Cinza
Junho	1.7 a	1.5 a	1.6 a	1.7 a
Julho	2.2 a	1.9 b	2.3 a	2.2 a
Agosto	2.1 a	1.7 c	1.9 b	1.9 b
Setembro	3.4 a	2.3 b	2.3 b	2.4 b

Nota. De acordo com uma escala visual (0-5) de Vanneste *et al.* (2013). As médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

De acordo com os valores de AUDPC, a curva de progressão da doença tende a ser maior no tratamento controlo, que apresentou valores significativamente mais elevados quando comparado com os demais tratamentos, estes dados estão diretamente relacionados com a produção, uma vez que quanto maior for o avanço da doença menor será a produtividade do pomar (fig. 21). A rede pérola, neste caso apresentou uma progressão mais lenta com valores inferiores de AUDPC.

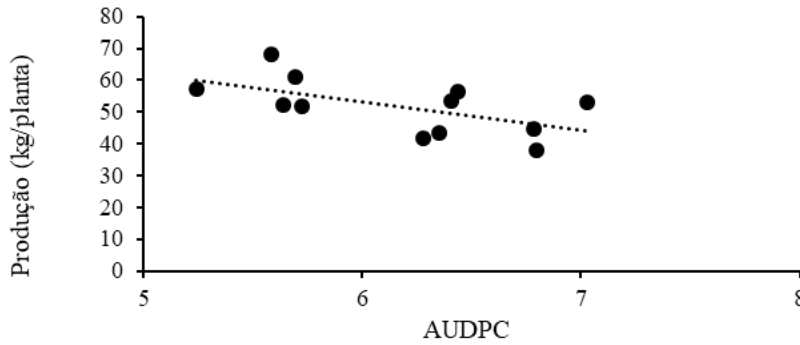


Figura 21. Correlação entre a produção (kg/planta) e a AUDPC.

3.3 Índices fisiológicos

O índice de abrolhamento dos diferentes tratamentos estudados não apresentou variações significativas estando entre os 52%/56%, da mesma forma que o índice de abrolhamento fértil com 36%, 39%, 40% e 40% para a rede cinza, amarela, pérola e o tratamento controlo, respetivamente (fig. 22).

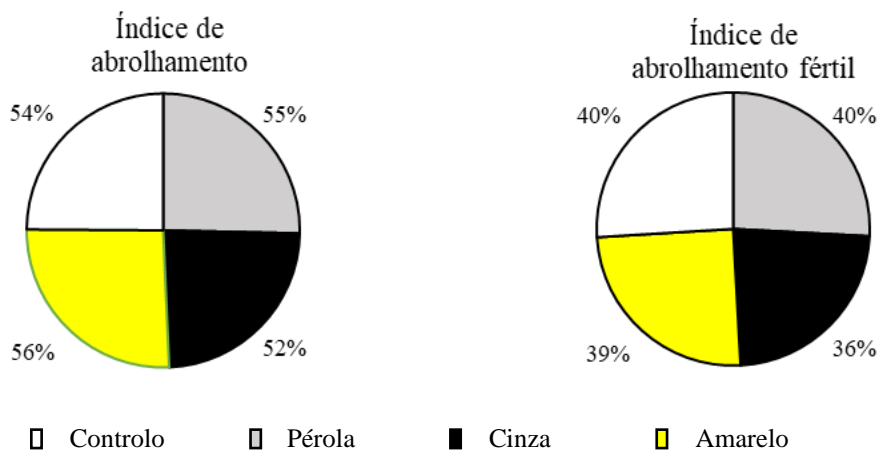


Figura 22. Índices de abrolhamento e de abrolhamento fértil por tratamento.

Conforme se observa no quadro 6, somente houveram diferenças significativas no índice de fertilidade. As plantas sob as redes pérola e amarela, apresentaram maior fertilidade quando comparadas com as plantas sob ar livre. No entanto, não houveram diferenças significativas entre as três redes.

Quadro 6

Índices de abrolhamento, de abrolhamento fértil e fertilidade nas diferentes redes: pérola, amarela e cinza, em novembro de 2019

	Controlo	Redes foto-seletivas		
		Pérola	Amarela	Cinza
Índice de abrolhamento (%)	54 a	55 a	56 a	52 a
Índice de abrolhamento fértil (%)	40 a	40 a	38 a	36 a
Índice de fertilidade	3.0 b	3.2 a	3.2 a	3.1 ab

Nota. As médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

3.4 Produtividade das culturas e calibre

As plantas sob as redes foto-seletivas apresentaram valores de produção de 48,6 kg planta⁻¹ para a rede de cor pérola, 43,5 kg planta⁻¹ para a rede de cor cinza e 34,5 kg planta⁻¹ para a rede de cor amarela. Não havendo diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as redes pérola e cinza. Exceto pela rede amarela que, juntamente com a área ao ar livre, apresentou um valor menor de produção (fig. 23).

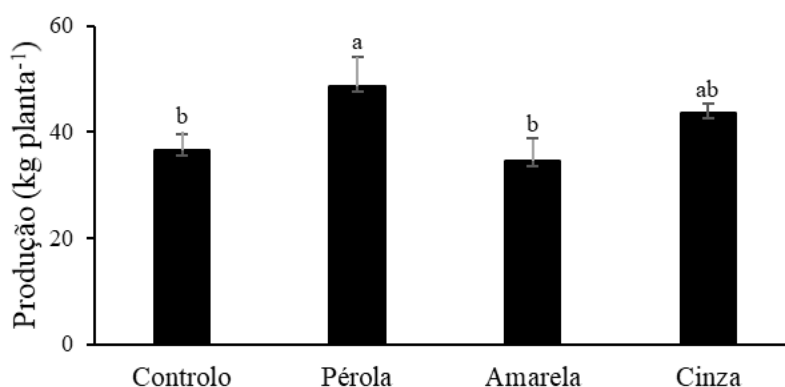


Figura 23. Valores de produção (kg planta⁻¹) de plantas de Actinídea com diferentes coberturas de rede de cor pérola, amarela e cinza no ano de 2019. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

Quanto ao calibre, os valores das categorias "extra" e "classe II" não foram significativamente diferentes entre o controle e as diferentes redes ($p > 0,05$) (quadro 7).

Quadro 7

Calibre do kiwi ($kg\ planta^{-1}$) separado nas seguintes categorias de qualidade (refugo, II, I, e extra) em resposta ao efeito das redes pérola, amarela e cinza

	Controlo	Redes foto-seletivas		
		Pérola	Amarela	Cinza
Refugo (>65g)	2.3 b	3.5 ab	3.6 ab	4.3 a
Classe II (65g-70g)	1.3 a	1.8 a	1.5 a	1.8 a
Classe I (70g-90g)	19.2 ab	24.5 a	15.7 b	22.9 ab
Extra ($\leq 90g$)	13.8 a	18.8 a	13.7 a	14.5 a

Nota. Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Apesar das diferenças não significativas entre os tratamentos para o calibre nas categorias "extra" e "classe II", verificou-se uma redução no calibre dos frutos que estavam sob a rede cinza, uma vez que o refugo foi significativamente maior quando comparado com o controlo.

Entre os tratamentos, não houveram quaisquer diferenças em relação a percentagem de frutos para cada categoria de qualidade, sendo assim os valores em média foram 8,5%, 3,9%, 50,3% e 37,4% para refugo, "classe II", "classe I" e "extra", respetivamente (fig. 24). Onde a "classe I" apresenta o maior número de frutos cerca de mais que a metade, enquanto que a "classe II" (com frutos menores) observa-se com menos frutos (5%).

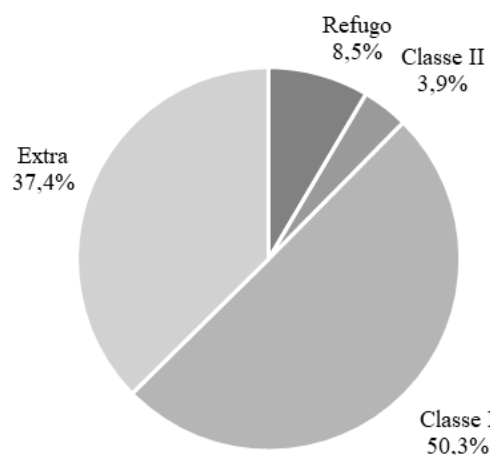


Figura 24. Percentagem de frutos em cada categoria de qualidade para o kiwi: extra > 90 g; 70 g < classe I < 90 g; 65 g < classe II < 70 g, refugo < 65 g, de acordo com o regulamento da Comissão Europeia (2011).

3.5 Qualidade dos frutos à colheita

No kiwi, a firmeza é um importante índice de maturação, muito utilizado para determinar a qualidade do fruto (Antunes, 2007). Ao comprar as três redes (pérola, amarela e cinza) a firmeza dos frutos não foi significativamente diferente, no entanto o tratamento sem rede comparado com os tratamentos da rede pérola e amarela, apresentou uma firmeza significativamente superior (fig. 25). Atrelado a este índice de maturação está também o teor de sólidos solúveis (°Brix), que auxilia na determinação da melhor data para a colheita, em Portugal é utilizada a norma de qualidade (regulamento CE nº 1673/2004) que refere 6,2 °Brix como o valor mínimo do teor de sólidos solúveis. Desta forma, no pomar em questão tivemos em média o valor de 6,9 °Brix no momento da colheita, semelhante em todos os tratamentos.

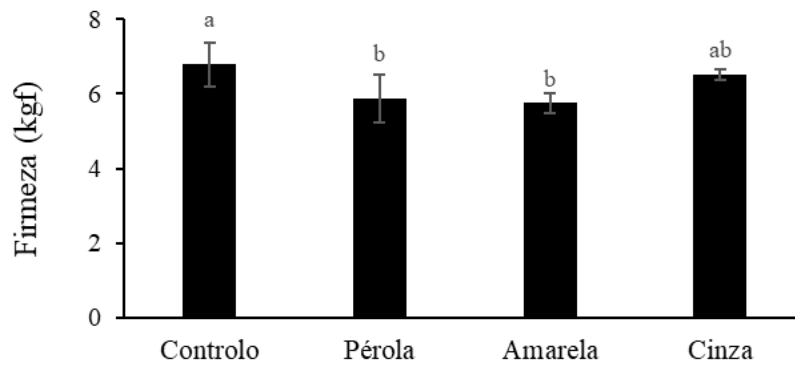


Figura 25. Firmeza dos frutos no momento da colheita para os diferentes tratamentos. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

As características da cor da carne do fruto avaliadas pelos parâmetros L^* (luminosidade) e a^* (eixo vermelho/verde) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, exceto pelos valores de b^* (eixo amarelo/azul) que nos tratamentos sob as redes coloridas foi menor quando comparado com o tratamento controlo (fig. 26).

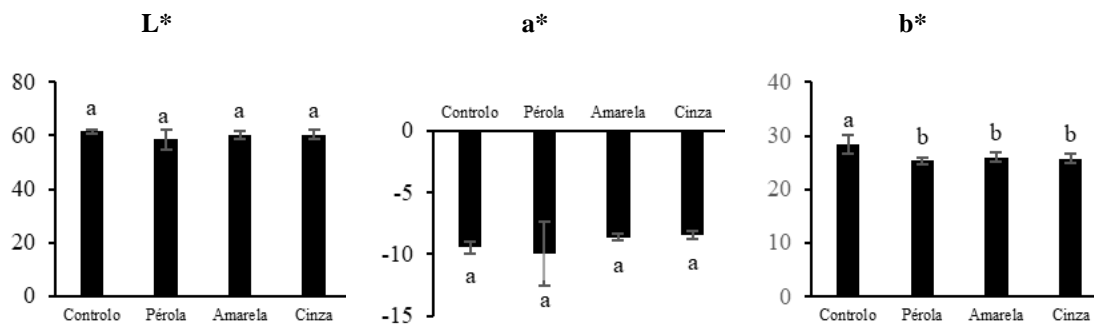


Figura 26. Análise de colorimetria da carne do kiwi logo após a colheita, no qual os valores de L^* se referem à luminosidade, os valores de a^* referem-se às cores vermelho/verde e os valores de b^* às cores amarelo/azul. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

Quanto ao pH, no momento da colheita o valor permaneceu inalterado para todos os tratamentos, por volta de 3,5 sendo classificado como fruto ácido, característica importante que desfavorece o rápido desenvolvimento de microrganismos bacterianos. Os resultados da titulação mostraram valores de ácido cítrico significativamente menores para o tratamento sob a rede cinza. O valor de matéria seca foi menor sob a rede amarela em comparação com a rede pérola e com as plantas descobertas (fig. 27).

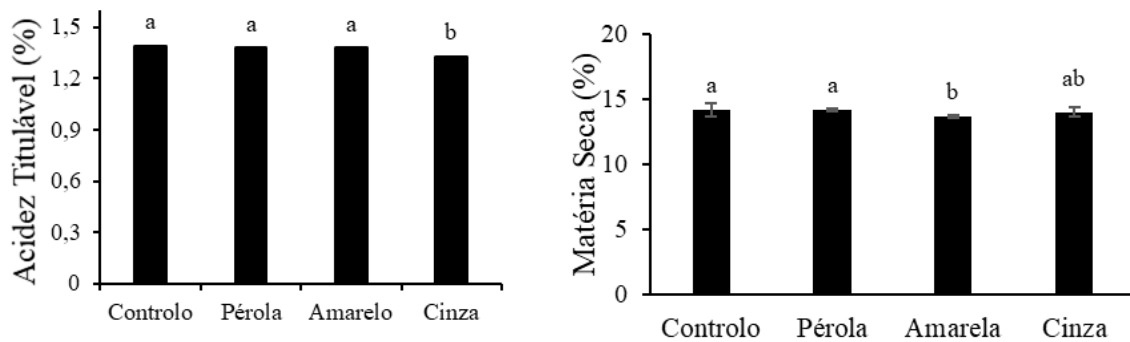


Figura 27. Teor de matéria seca e acidez titulável dos diferentes tratamentos no momento da colheita. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

3.6 Evolução da qualidade dos frutos pós-colheita

Como era de se esperar, os valores de firmeza dos kiwis variaram muito ao longo do período de armazenamento. Após as primeiras semanas a firmeza da carne diminuiu quase que constantemente. Para o tratamento controlo a redução da firmeza foi de 72% ao final das 18 semanas. Não apresentando diferenças significativas com os demais tratamentos, exceto com o tratamento da rede amarela, que ao final do tempo de armazenamento comportava frutos mais firmes.

No mês de dezembro, depois de 5 semanas de frio, houve uma redução de 40%, 25%, 37% e 33% na firmeza dos tratamentos sem rede, pérola, amarela e cinza, respetivamente. Contudo não apresentaram diferenças significativas entre eles durante este período. Igual aconteceu no mês de janeiro (depois de 10 semanas), somente depois de 14 semanas de armazenamento, em fevereiro, que se observou uma diferença significativa entre os frutos do controlo e os do tratamento da rede pérola que ao fim das 14 semanas estavam mais firmes (fig. 28).

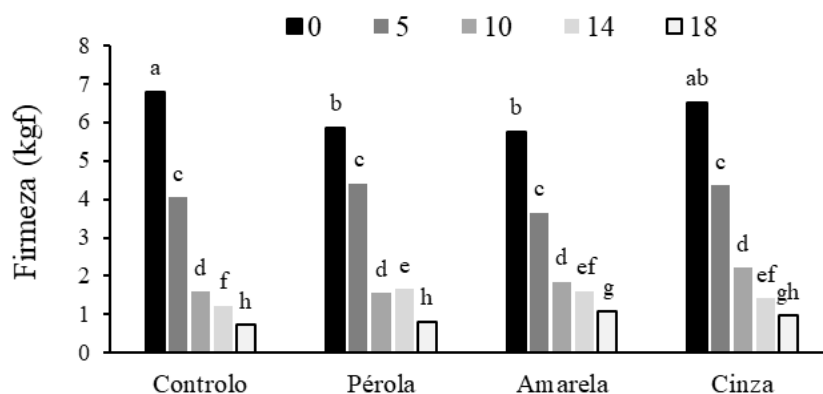


Figura 28. Evolução da firmeza dos frutos depois de 5, 10, 14 e 18 semanas. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

O teor de sólidos solúveis aumentou de uma média geral de 6,9 °Brix na colheita para uma média de 12,5 °Brix após armazenamento em frio por 18 semanas, sem diferenças significativas entre os tratamentos de plantas, exceto depois das 5 semanas de armazenamento onde o tratamento da rede cinza apresentou um TSS reduzido quando comparado com os tratamentos das redes pérola e amarela (fig. 29).

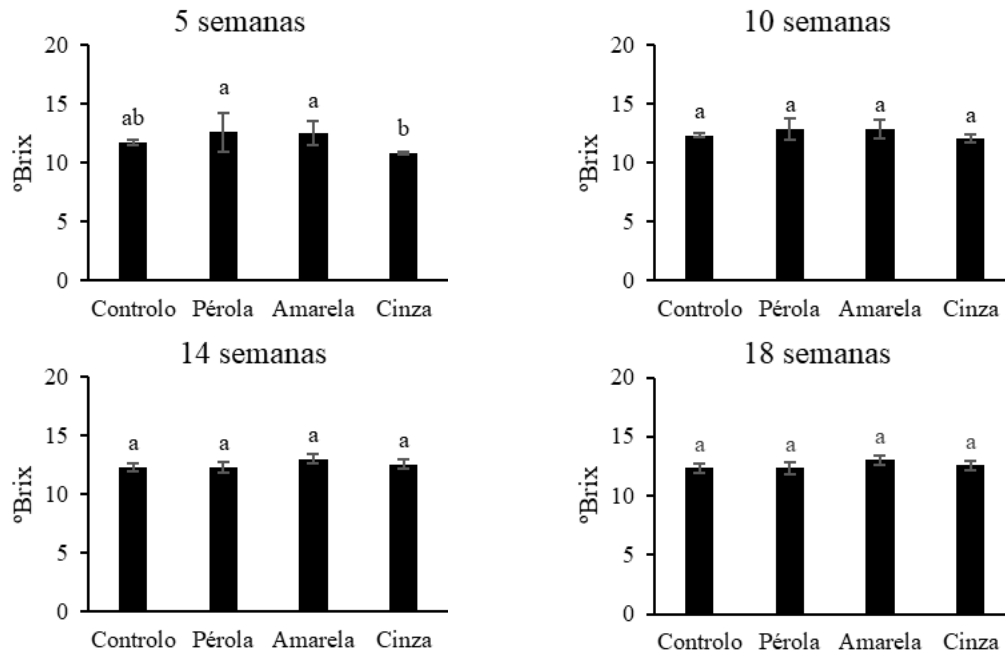


Figura 29. Evolução do °Brix para todos tratamentos nos diferentes períodos de análise. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

A luminosidade da carne (L^*) no momento da colheita e em todo tempo de armazenamento não apresentou diferenças significativas, exceto depois de 10 semanas de armazenamento em que os frutos colhidos sob a rede amarela apresentaram valores superiores quando comparados com os demais tratamentos. No mesmo período, quando comparados com as demais redes, é possível observar na fig. 30 que os frutos da rede amarela apresentaram um aumento na cor vermelha ($+a^*$) e azul ($-b^*$).

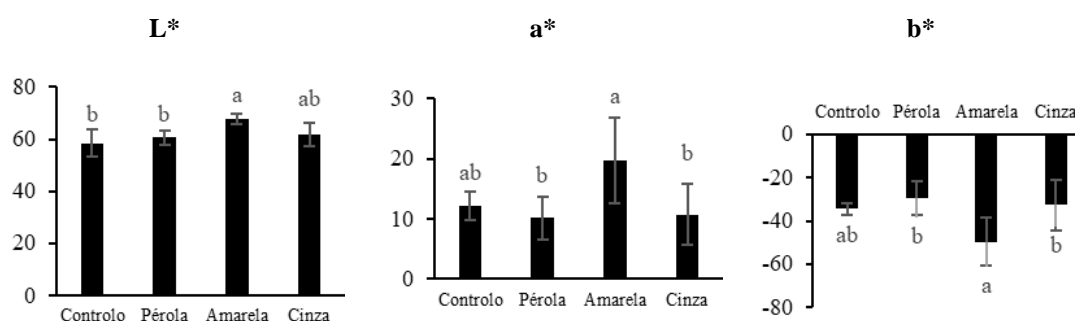


Figura 30. Índice de cor de carne kiwi após 10 semanas de armazenamento, no qual os valores de L^* se referem à luminosidade, os valores de a^* referem-se às cores vermelho/verde e os valores de b^* às cores amarelo/azul. As diferentes letras sobre cada coluna indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estas, de acordo com o teste one way ANOVA.

A evolução da cor da carne do fruto durante as 18 semanas de armazenamento foi semelhante para todos os tratamentos. As análises demonstraram que em média houve um aumento de 0,03% na luminosidade (L^*), todos os valores de a^* passaram do eixo negativo para o positivo, ou seja, reduziu o verde aumentando o vermelho, sem contar os valores de b^* que diminuiu ao longo deste período, aumentando o azul.

O pH e a AT do kiwi não se alteraram muito durante o armazenamento refrigerado. A rede pérola se destacou um pouco nas análises feitas com 5 e 14 semanas de armazenamento, apresentando valores de pH mais reduzidos em relação aos demais tratamentos. Após as 18 semanas de armazenamento, os valores de AT diminuíram nos diferentes tratamentos, exceto nos frutos colhidos sob a rede pérola. Além disso, os frutos das plantas descobertas apresentaram menor AT em comparação com kiwis cultivados sob as redes pérola e amarela (quadro 8).

Ao final das 18 semanas de armazenamento, o teor de MS dos frutos sob a rede pérola foi significativamente maior quando comparado com o dos frutos das plantas descobertas e sob a rede cinza.

Quadro 8

Valores de pH, acidez titulável (%) e matéria seca (%) dos frutos sob efeito das redes pérola, amarela e cinza após 5, 10, 14 e 18 semanas de armazenamento em refrigeração.

Parâmetros de Qualidade	Semanas de armazenamento	Controlo	Redes		
			Pérola	Amarela	Cinza
pH	0	3.4 a	3.5 a	3.5 a	3.5 a
	5	3.4 ab	3.3 b	3.4 ab	3.6 a
	10	3.5 a	3.4 a	3.5 a	3.6 a
	14	3,6 a	3.4 b	3.5 ab	3.6 ab
	18	3.5 a	3,4 a	3.4 a	3.5 a
Acidez Titulável (%)	0	1.39 a	1.38 a	1.38 a	1.33 b
	5	1.31 b	1.39 a	1.31 b	1.20 c
	10	1.34 a	1.41 a	1.41 a	1.34 a
	14	1.24 b	1.37 a	1.36 a	1.31 ab
	18	1.31 c	1.41 a	1.36 b	1.28 c
Matéria Seca (%)	0	14.2 a	14.1 a	13.7 b	14.0 ab
	5	15.7 a	15.7 a	15.4 ab	14.4 b
	10	13.5 a	13.4 a	13.1 ab	12.8 b
	14	15.5 a	12.5 b	13.8 b	12.4 b
	18	14.4 b	15.2 a	3.8	3.7 b

Nota. Médias na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

4.1 Efeito das redes nas condições climáticas

Os dados da radiação revelaram que o valor médio de PAR foi reduzido, indo de encontro com outros autores quando o assunto é o uso de redes coloridas (Tinyane *et al.*, 2017; Chiabrando & Giacalone, 2018; Aoun, 2020; Brar *et al.*, 2020). Trata-se de um efeito importante pois, quando as plantas estão expostas a elevada radiação, a capacidade fotossintética é excedida o que desencadeia uma série de alternativas bioquímicas que conseqüentemente reduzem a fotossíntese (Corelli-Grappadelli & Lasko, 2007). Num pomar de laranjeiras na Flórida com a PAR superior a $1500 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a eficiência fotossintética aumentou 7% com o uso de redes de proteção (Jifon & Syvertsen, 2003).

As respostas das plantas quanto a incidência de radiação solar e, conseqüentemente sua composição, dependem das características físicas da rede, uma vez que cada uma filtra bandas espectrais específicas da luz transmitida através delas, provocando assim diferentes influências nas plantas. A rede pérola, por exemplo, demonstra possuir maior capacidade de dispersão de luz na faixa visível além de absorver melhor a luz ultravioleta (Rajapakse & Shahak, 2007), proporcionando uma melhor distribuição da luz que pode levar ao aumento do tamanho do fruto, do rendimento e da qualidade pós-colheita (Shahak *et al.*, 2004b; Shahak, 2008; Ilić & Fallik, 2017; Mahmood *et al.*, 2018).

Lakso e Musselman (1976) demonstraram que a luz difusa tem uma maior capacidade de penetrar no dossel, aumentando a taxa de fotossíntese das plantas. E quanto maior a intensidade da luz durante a estação de crescimento, maior será o conteúdo de vitamina C nos tecidos da planta (Lee e Kader 2000). Da mesma forma, Shahak *et al.* (2004b) relataram uma melhora na fotossíntese das folhas ao meio-dia (pico de radiação) sob redes de sombra coloridas dispersivas em macieiras no norte de Israel, em relação às árvores sem rede.

Os comprimentos de onda azul e vermelho, importantíssimos para a fotossíntese, foram menores sob as redes em comparação com as condições externas, porém a proporção azul/vermelho foi maior sob as redes pérola e cinza, 3,8% e 5,8%, respectivamente, enquanto na rede amarela essa proporção foi 4,4% menor, quando comparadas com a área sem rede.

Sendo assim, como já relatado em pesquisas anteriores (Castellano *et al.*, 2008; Black *et al.*, 2015; Mupambi *et al.*, 2018; Manja & Aoun, 2019), as redes protetoras também afetaram o microclima do pomar em que foi feito esse estudo.

Sob as redes, quando o efeito do sombreamento é maior do que o seu efeito estufa, obviamente há uma redução na quantidade de radiação direta, sustentando o potencial de reduzir a temperatura do ar (García-Sánchez *et al.*, 2015; Mditshwaa *et al.*, 2019; Barry *et al.*, 2020). Entretanto nem sempre isso acontece, Alaphilippe *et al.* (2016) relataram um aumento médio na temperatura (0,7 ° C), e uma diminuição no PAR de 15%, nas condições do norte da Itália, ao utilizar redes transparentes de exclusão de insetos (Alt'carpo com tamanho de malha de 5,4 × 2,2 mm) em pomar de pera (rede linha por linha).

Nesse estudo, semelhante aos resultados de Tanny *et al.* (2008), somente a temperatura mínima diminuiu entre os tratamentos, não apresentando diferenças significativas entre eles. Enquanto que a temperatura máxima aumentou nas áreas cobertas pelas três diferentes redes, que pode ser explicado pela maior entrada de radiação solar de onda longa e simultaneamente pela velocidade do vento que diminuiu cerca de 65% - 68% nos tais tratamentos, indo de encontro com as variações de 40 a 87% já relatadas anteriormente (Wachsmann *et al.*, 2014; Mahmood *et al.*, 2018; Barry *et al.*, 2020). Condição climática esta que, de acordo com Chiabrande & Giacalone (2018), pode ter propiciado um leve amadurecimento precoce dos frutos.

A humidade relativa diminuiu entre 2,2 a 3,3% sob a influência das diferentes redes em relação ao controle. Estes resultados são opostos aos anteriormente publicados que indicaram um aumento do teor de humidade relativa (Iglesias & Alegre, 2006; Stamps 2009; Wachsmann *et al.*, 2012) graças ao aumento de vapor de água resultante da evapotranspiração e à diminuição da mistura do vapor de água com o ar mais seco no exterior das redes (Elad *et al.*, 2007). No presente ensaio, a ligeira diminuição de humidade relativa no interior das redes pode ser devido à maior evaporação de água resultante do aumento de temperatura no interior das redes em relação ao exterior.

4.2 Incidência da PSA

A multiplicação das bactérias e infecções é favorecida por condições húmidas (Panopoulos & Schroth, 1974; Chiabrando & Giacalone, 2018), desta forma chuva e vento são indicados como principais fatores de dispersão de Psa dentro e entre pomares. Ao propiciar um ambiente mais protegido, através da modificação das condições ambientais com o uso das redes e coberturas plásticas, o impacto destes no dossel da planta acaba por ser amenizado (Black *et al.*, 2015).

A partir de julho verificou-se então a redução na incidência de Psa nos tratamentos protegidos pelas redes, quando comparados com o controlo. Que pode ser explicada pelo aumento da temperatura média do ar combinado com a diminuição de cerca de 65% da velocidade do vento. O que não elimina por completo a bactéria nas plantas já infetadas, mas retarda a sua progressão e consequentemente a dispersão para as plantas sadias, uma vez que quanto mais quente e menos húmido for o ambiente mais limitado é o desenvolvimento e multiplicação da bactéria (Chiabrando & Giacalone, 2018; Black *et al.* (2015).

Desta forma, as redes ajudaram a manter o dossel mais seco, desfavorecendo a multiplicação da bactéria (Black *et al.*, 2015).

Estudos demonstraram que a temperatura ideal para aumentos nas populações de Psa e desenvolvimento da doença foi de cerca de 15°C. Segundo Serizawa & Ichikawa (1993b) em temperaturas acima de 20°C e abaixo de 15°C a gravidade da doença é reduzida. Houve uma inibição abrupta do desenvolvimento no verão, quando a temperatura passa dos 22°C, explicando então a maior visibilidade da doença (sintomas) na primavera e no fim do outono.

Além disso, as plantas cultivadas em campo aberto foram expostas a condições externas adversas, principalmente chuva e geada, o que permitiu a criação de um ambiente mais favorável ao desenvolvimento da bactéria, sem contar que proporcionou possíveis entradas da mesma nas plantas (feridas). Este patógeno reduziu a área foliar da planta que expôs os frutos à luz solar direta limitando o rendimento do controlo.

Assim sendo, o cultivo protegido pode ser usado por várias razões, incluindo o controlo de doenças (Black *et al.*, 2015; Chiabrando & Giacalone, 2018). Por exemplo, na América do Norte, as cerejeiras cultivadas em espécies de estufas foram menos afetadas pelo cancro bacteriano, também causado por *P. syringae* (Lang, 2009) e a queima

da flor (*P. syringae*) de kiwis na Coreia foi significativamente reduzida pelo uso de coberturas à prova de chuva (Koh *et al.*, 2001).

Para mais, desequilíbrios nutricionais originados pela fertilização e proporção folha/fruto, também podem promover o crescimento do patógeno ou deprimir as defesas da planta (Snoeijers *et al.*, 2000). Portanto, uma combinação de práticas culturais com diferentes sistemas de tratamento e poda, fertilização e as taxas de irrigação podem resultar em condições negativas para a colonização bacteriana da planta. Além disso, todas as práticas de gestão cultural, que afetam o desempenho vegetativo e reprodutivo da planta, são exploradas para forçar a produtividade, às custas de outros processos fisiológicos.

Portanto, o desequilíbrio resultante pode afetar adversamente a capacidade da planta de reagir ao estresse abiótico ou biótico, tornando-a ainda mais suscetível à doença (Mauri *et al.*, 2015; Black *et al.*, 2015).

Também segundo Serizawa e Ichikawa, (1993a), em Nova Zelândia as épocas mais importantes do ano para fornecer proteção são outono e primavera. Durante ambas as estações, as temperaturas são amenas, em torno de 10-20°C, e com chuvas frequentes. No outono, as plantas têm vários potenciais pontos de entrada para a bactéria com cicatrizes oriundas das colheitas e da queda das folhas. Já na primavera, o crescimento é rápido com brotos e folhas presentes. A proteção do crescimento jovem é vital, tanto no estabelecimento de novas plantas quanto no novo crescimento do período da primavera. Estudos mostraram que as folhas de 'Hayward' foram mais suscetíveis à doença durante a expansão, com a diminuição da suscetibilidade à medida que as folhas amadurecem (Tyson *et al.*, 2012).

Tem sido frequentemente enfatizado que a poda deve ser realizada somente quando as plantas estão completamente inativas. O pior momento possível para poda seria pouco antes do rompimento, quando as videiras estão sangrando, dessa forma a poda mais cedo ou mais tarde pode aumentar a suscetibilidade ao Psa.

De acordo Costa & Ferguson (2015), nutrição com nitrogênio também é uma alternativa que merece certo cuidado, pois pode influenciar no processo de infecção promovendo assim a disseminação da doença de plantas infetadas para plantas saudáveis. A água é conhecida por ser um fator limitante no cultivo do kiwi, mas o estresse causado pelo excesso ou falta de água pode tornar as videiras mais suscetíveis ao Psa.

A título de exemplo, foi observado em Emilia-Romagna que a maioria dos casos de Psa ocorreu perto de rios e canais, onde as condições climáticas são provavelmente mais favoráveis à infecção (Costa & Ferguson, 2015). Posto isto, o seu desenvolvimento está relacionado à gestão das práticas culturais e à permissividade ambiental, através das condições como temperatura, umidade, presença de pontos de entrada, características genéticas e fisiológicas da planta hospedeira.

Prevenção e equilíbrio vegetativo-produtivo são os fatores mais importantes que influenciam a suscetibilidade de kiwis ao Psa. Para controle agrônômico de uma doença, é necessário evitar todos os tipos de abuso que possam tornar a planta mais eficiente, mas também mais vulnerável.

4.3 Qualidade dos frutos à colheita e pós-colheita

Anteriormente era comum a indústria basear a qualidade dos frutos somente às condições externas como formato, tamanho, ausência de manchas e danos físicos. Mais tarde, com o advento das técnicas de avaliação da qualidade, fatores como cor da polpa, firmeza e teor de matéria seca também ganharam importância, principalmente com o foco de criar parâmetros alinhados para produzir, segregar, comercializar e entregar um produto com excelente sabor (Jabbar, 2014).

O kiwi é um fruto climatérico que produz etileno autocatalítico durante o amadurecimento (Chiaromonti & Barboni, 2010) em temperatura ambiente. Entretanto quando acondicionado em baixa temperatura (0°C) a produção de etileno é reduzida (Meena *et al.*, 2018), isso pode estar relacionado às suas altas concentrações de fitonutrientes e compostos bioativos (Tavarini *et al.*, 2008; Atkinson *et al.*, 2011), garantindo assim uma lenta maturação estendendo a sua disponibilidade no mercado.

A firmeza é considerada o principal parâmetro no mercado do kiwi, pois a senescência e lesões do fruto estão diretamente ligadas ao amolecimento, limitando então a qualidade e a vida útil dos kiwis na prateleira (Choi *et al.*, 2019).

As propriedades físico-químicas dos genótipos de kiwis começaram a mudar durante o armazenamento a frio, começando na 5ª semana. À medida que o período de armazenamento avançava, a firmeza da carne diminuía quase que constantemente.

O tratamento controle foi o que apresentou uma queda mais drástica na firmeza, cerca de 72% entre o período da colheita até o mês de março, depois de 18 semanas de armazenamento. A mesma diminuição foi relatada em estudos anteriores (Tavarini *et al.*, 2008; Barboni *et al.*, 2010; Choi *et al.*, 2019) com kiwis 'Hayward'.

No mês de dezembro, depois de 5 semanas de frio, houve uma redução de 40%, 25%, 37% e 33% na firmeza dos tratamentos sem rede, pérola, amarela e cinza, respectivamente. Contudo não apresentaram diferenças significativas entre eles durante este período. Igual aconteceu no mês de janeiro (depois de 10 semanas), somente depois de 14 semanas de armazenamento, em fevereiro, que os frutos sob a rede pérola se apresentaram significativamente mais firmes que os frutos sem sombreamento.

Os kiwis não são aceites para exportação com firmeza inferior a 1-1,5 kgf. O amadurecimento prematuro é um problema sério na indústria dos kiwis e reduzi-lo é o principal objetivo de qualquer produtor (Antunes, 2008).

Os resultados climáticos apontaram para um aumento da temperatura sob as redes coloridas contrapondo outros estudos e assumindo que esse efeito poderia provocar o amadurecimento precoce dos frutos, em comparação com os do controle. Todavia isto não ocorreu uma vez que o TSS, índice de maturação que corresponde a conversão de amido em açúcares solúveis (Chiabrando & Giacalone, 2018), em todos os tratamentos não apresentou diferenças significativas no momento da colheita.

De acordo com Basile *et al.* (2012) a cor da rede influencia nos valores de TSS, porém neste estudo não foi observada uma diferença significativa entre as redes, exceto após 5 semanas de armazenamento onde os frutos da rede cinza apresentaram um TSS reduzido em comparação com os da rede pérola e amarela. Que pode ser explicado através da inibição do acúmulo de carboidratos devido à baixa intensidade de luz (Feng *et al.*, 2014), uma vez que a rede de cor cinza tem maior capacidade de absorção, não tendo efeito sobre qualidade da luz, afetando somente a sua intensidade (Shahak, 2008).

Após o aumento nas primeiras 5 semanas de armazenamento, o TSS de todos os tratamentos então se estabilizou, todos alcançando valores na faixa de 12,3-13 °Brix, ao final das 18 semanas no frio.

Assim sendo, a firmeza da fruta foi reduzida à medida que se passava o período de armazenamento ao frio em todos os tratamentos. Por outro lado, o TSS aumentou significativamente do momento da colheita até as 18 semanas de armazenamento. Estes resultados estão alinhados com os de Tavarini *et al.* (2008), Chiaramonti e Barboni (2010) e Choi *et al.*, 2019, que relataram tendências decrescentes de firmeza e crescentes de TSS no kiwi da cultivar 'Hayward' após o tempo de resfriamento.

A maioria dos estudos sobre mudanças na cor do fruto sob a influência do tempo e temperatura mencionam apenas uma diminuição da cor verde (Fisk, 2006; Fattahi *et al.*,

2010). Warrington *et al.* (1990) sugeriram como índice padrão para indicar o amadurecimento do kiwi os seguintes valores: $L^* = 34$, $a^* = -5$ e $b^* = 16$.

A cor do fruto é determinada geneticamente e está sujeita a alterações durante o desenvolvimento da maturação. Além disso, a aceitação do consumidor está frequentemente baseada na cor da fruta, dessa forma a cor é usada para fazer conclusões sobre a maturação e o frescor do kiwi.

Os valores de L^* e a^* da parte interna do fruto não apresentaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos no momento da colheita. Já os valores de b^* , que representa a relação amarelo/azul, foram significativamente diferentes entre o controle e as redes coloridas, onde os frutos sem sombreamento tinham valores mais altos (mais amarelos) que os sob as redes.

Durante o amadurecimento, o fruto torna-se mais macio e mais colorido em decorrência da degradação e do desenvolvimento acentuado de pigmentos. A clorofila é um dos principais pigmentos responsáveis pela cor do kiwi (azul-esverdeado ao verde-amarelado). E segundo Basile *et al.* (2012) tende a diminuir no decorrer do amadurecimento, alterando a intensidade da cor verde da carne.

A cor interna do fruto mudou durante o armazenamento do kiwi. Valores de L^* diminuíram somente nas primeiras 5 semanas, aumentando consideravelmente nas semanas seguintes. Segundo Fattahi *et al.* (2010), a diminuição de L^* indica a redução da luminosidade, ou seja, a formação de cor escura na carne devido a reações de escurecimento oxidativo ou aumento das concentrações de pigmento marrom.

No momento da colheita, os valores de a^* foram negativos, sem diferenças entre os tratamentos, passando a ser positivos a partir da 10ª semana, o que representa que a parte interna era mais esverdeada antes do armazenamento.

Ao fim das 18 semanas de armazenamento, a evolução da cor da carne do kiwi foi semelhante para todos os tratamentos, os frutos apresentaram cor mais clara no interior. Todos os valores de a^* passaram do eixo negativo para positivo reduzindo o tom verde e aumentando o vermelho, sem contar os valores de b^* que diminuiu ao longo do armazenamento, aumentando o azul na parte interna do fruto, dados opostos aos apresentados por Fattahi *et al.* (2010).

O pH do kiwi foi semelhante para todos os tratamentos de plantas e junto com a acidez titulável (AT) não mudou muito durante o armazenamento a frio.

A perda de água (encolhimento) foi identificada como a causa mais significativa de perda comercial de kiwis (Hassall *et al.*, 1998). Em 3-4% de perda de água, a fruta

pode apresentar sintomas de enrugamento, principalmente na extremidade do caule da fruta (Fisk, 2006) além de afetar a qualidade nutricional (Vale *et al.*, 2006).

A matéria seca (MS) dos frutos está intimamente ligada ao paladar dos kiwis e é praticamente constante durante a maturação, apenas com pequenas perdas devido à respiração (Mitchell *et al.*, 1992). Cerca de 75% da MS são carboidratos, ou seja, açúcar e amido na colheita comercial, que se converte em açúcar na maturação requerida para o consumo dos frutos (Beever e Hopkirk, 1990). E segundo AJAP (2017), os frutos que à colheita apresentam valores entre 14 e 17% de matéria seca são considerados frutos de boa qualidade.

Os valores de MS entre os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, exceto os frutos da rede amarela onde foi observado valores mais baixos de MS quando comparados com os do controlo e com os da rede pérola. Os valores de MS dos frutos da rede cinza resultaram ser significativamente mais baixos que os frutos sem rede, Basile *et al.* (2012) também encontraram os mesmos resultados para a rede cinza quando comparada com o controlo.

No estudo anterior relatado por Basile *et al.* (2012), os frutos sob a rede branca apresentaram maior teor de MS e menor AT do que as plantas descobertas na colheita, e após 16 semanas de armazenamento a frio o teor de MS foi igual ou permaneceu maior nas plantas sob a rede branca, como mostrado aqui na rede pérola.

4.4 Produtividade das culturas e calibre

A disponibilidade de luz é o principal fator que afeta a produtividade do pomar e qualidade dos frutos das árvores frutíferas (Basile *et al.*, 2012).

A fertilidade da videira também foi significativamente afetada. As plantas sob as redes pérola e amarela são significativamente mais férteis que as do tratamento ao ar livre, o que difere dos resultados de Snelgar *et al.* (1991), onde relataram que a fertilidade das vinhas de kiwis sombreadas foi significativamente mais baixa que das vinhas descobertas, fato este relacionado ao sombreamento produzido pelas redes.

O uso das redes coloridas aumenta a produção de frutas em diversas culturas frutíferas, inclusive do kiwi. Maiores rendimentos em pomares sob a influência das redes brancas e peroladas, têm sido associados ao maior efeito na dispersão da radiação solar que pode cobrir a planta de forma mais homogênea, promovendo maior absorção da radiação solar (Shahak *et al.*, 2008; Basile *et al.*, 2012). Tal como observado por Meena *et al.* (2016) que justificam o aumento do rendimento de romã à mistura de luz natural

inalterada juntamente com a luz difusa modificada espectralmente, que passa pelos orifícios da rede de sombreamento colorida criando um ambiente que aumenta o dossel da planta e sua vitalidade.

A produção de kiwi com rede pérola aumentou em comparação com o tratamento controle, enquanto que as redes amarela e cinza não apresentaram diferenças significativas entre si e entre o controle. Vários autores justificam o aumento da produção sob a proteção das redes com a diminuição do stress das plantas durante o período de maior incidência da radiação solar (Retamales *et al.*, 2008; Caroline *et al.*, 2017).

A maior produção sob a influência da rede pérola pode estar associada ao facto de esta possuir maior efeito na dispersão da radiação solar (Shahak *et al.*, 2008; Basile *et al.*, 2012). Sem contar os valores mais elevados da temperatura do ar e da razão azul/vermelho em comparação com o controle.

O que se declara oposto ao que Basile *et al.* (2012) encontraram no experimento no sul da Itália, em que a produção de kiwi (kg/planta) foi menor sob influência das redes que na área sem sombreamento, mas em contrapartida, houve um aumento no peso do fruto quando comparado ao controle. O que leva à conclusão que só afetou a quantidade da produção, não prejudicando o rendimento nem a comercialização do fruto.

Para mais, as frutas classe I que representaram um pouco mais da metade da produção total, o rendimento aumentou significativamente sob a rede pérola em comparação com a rede amarela. Ao mesmo tempo que, verificou-se uma redução no calibre dos frutos que estavam sob a rede cinza, que pode ser justificado pela baixa capacidade de dispersão da radiação por essa rede, sem contar que ela não é capaz de modificar a qualidade da luz somente reduzir a intensidade (Shahak *et al.*, 2004b).

5. CONCLUSÃO

O cultivo intensivo de plantas agrícolas aumenta o potencial para o surgimento e rápida disseminação de novas doenças. Embora a Psa tenha sido relatado pela primeira vez como um patógeno causador do cancro do kiwi em meados da década de 1980, um novo surto da doença ocorreu em 2008, contaminando rapidamente diversas áreas de cultivo em todo o mundo (Monchiero *et al.*, 2015). Em Portugal, a Psa foi identificada pela primeira vez em 2010, provocando perdas que podem atingir mais de 80% da produção, tornando essencial a investigação e o desenvolvimento de estratégias eficazes na contenção da doença. Os tratamentos da doença ainda são escassos e incluem a aplicação de compostos de cobre, particularmente com óxido cúprico, sendo necessário em muitas situações destruir plantações pela queima para controlar a doença. Abordagens alternativas combinadas, como o uso das redes foto-seletivas com práticas culturais têm sido testadas para controlar a bactéria em campo (Balestra *et al.*, 2009; Armentano, 2010; Vanneste *et al.*, 2011; Scortichini *et al.*, 2012; Monchiero *et al.*, 2015).

Os principais efeitos das redes foram a diminuição da radiação fotossintética ativa (entre 7,9% e 11,3%), diminuição da velocidade do vento, aumento da proporção da radiação azul/vermelho, maior efeito de difusão da luz, aumento da temperatura média do ar (entre 0,3°C e 0,7°C) e diminuição da humidade relativa média diária do ar (entre 1,4% e 2,6%).

O teor em sólidos solúveis evoluiu de uma média de 6,9°Brix na colheita, para uma média de 12,5°Brix após armazenamento em frio por 18 semanas, sem diferenças significativas entre os tratamentos de plantas. O pH dos frutos foi idêntico entre os tratamentos do ensaio e não alterou durante o armazenamento. Após o período de armazenamento, os frutos sem rede apresentaram menor acidez titulável e menor teor de MS em relação aos frutos cultivados sob rede pérola. Embora a firmeza dos frutos na colheita tenha sido maior nas plantas descobertas, foi menor após 14 e 18 semanas de armazenamento, em comparação com os frutos cultivados sob as redes pérola e amarela, respetivamente.

Na colheita a luminosidade do interior dos frutos de kiwi foi semelhante em todos os tratamentos. No entanto, os frutos ficaram mais amarelos sem a proteção das redes. Após 10 semanas de armazenamento em câmaras frias, os kiwis sob as redes amarelas tornaram-se mais claros em comparação com o controlo, já em comparação com as redes pérola e cinza tornaram-se mais vermelhos e menos azuis.

A incidência de Psa diminuiu nas plantas de kiwi sob as redes foto-seletivas quando comparadas com as plantas sem sombreamento, nos meses de julho a setembro. A produtividade foi superior na rede pérola, cerca de 31% em relação ao controle. A percentagem de frutos de cada categoria de qualidade não diferiu significativamente entre os tratamentos, mas para os frutos "classe I", que representou cerca de metade da produção total, sob a pérola o rendimento aumentou 56% em relação aos frutos debaixo da rede amarela.

Cobrir o pomar de kiwi com a rede foto seletivas pérola parece ter um impacto benéfico na progressão da doença de Psa, na produção, na qualidade pós-colheita dos frutos e na capacidade de armazenamento.

BIBLIOGRAFIA

- Abelleira, A., Ares, A., Aguin, O., Penalver, J., Morente, M.C., Lopez, M.M., Sainz, J. M., Mansilla .2015. Detection and characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidifoliorum* in kiwifruit in Spain. *Journal of Applied Microbiology* 119, 1659-1671 .doi:10.1111/jam.12968
- AJAP. 2017. Manual boas práticas para culturas emergentes - A cultura do Kiwi. Pensar Global, pela Competitividade, Ambiente e Clima, Lisboa, 60 pp.
- Amarante C.V.T., Steffens C.A., Mota C.S., Santos H.P. 2007. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras 'Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.7, 925-931 pp.
- Antunes M.D.C., Pateraki I., Kanellis A.K., Sfakiotakis E.M. 2000. Differential effects of low temperature inhibition on the propylene induced autocatalysis of ethylene production, respiration and ripening of 'Hayward' kiwifruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75 (5): 575-580
- Antunes M.D.C. 2007. Tecnologias pós-colheita em kiwis. *Vida rural*. Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faro. Acedido em 24 fev. 2020, http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/geral/files/tecnologias_pos_colheita_kiwis.pdf
- Antunes M.D.C. 2008. Kiwi – Da produção à comercialização. Universidade do Algarve, *Ciência da Terra*, pp192-204. Acedido em 8 de maio de 2019, <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>
- Aoun A.M. 2020. Assessment of a netting system for apple production in a Mediterranean semi-arid climate. *Acta Hort.* 1268. ISHS 2020. Pp293-296. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1268.39
- Appling S.M. (2012). Colored shade cloth affects the growth of basil, cilantro, and parsley. M.S.c. thesis, Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Arthurs S.P., Stamps R.H., Giglia F.F. (2013). Environmental modification inside photo-selective shade houses. *Horticulturae Science*, 48(8): 975-979.
- Balestra G.M., Bovo M. 2003. Effectiveness of copper compounds in the control of bacterial diseases of kiwifruit plants. *Acta Hort.* 610, 399-402. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.610.52
- Balestra G.M., Mazzaglia A., Quattrucci A., Renzi M., Rossetti A. 2009. Current status of bacterial canker spread on kiwifruit in Italy. *Australasian Plant Disease Notes*. 4 (1), 34-36 pp. <http://www.publish.csiro.au/nid/208.htm>
- Balestra G.M., Renzi M., Mazzaglia A. 2010. First report of bacterial canker of *Actinidia deliciosa* caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in Portugal. *New Disease Reports* 22, 10. [http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2010.022.010]
- Balestra G.M., Buriani G., Cellini A., Donati I., Mazzaglia A., Spinelli F. 2018. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* on Kiwifruit pollen from Argentina. *Plant Disease*. 102 (1), 237 pp. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis> DOI:10.1094/PDIS-04-17-0510-PDN
- Basile B., Romano R., Giaccone M., Barlotti E., Colonna V., Cirillo C., Shahak Y., Forlani M. 2008. Use of Photo-Selective Nets for Hail Protection of Kiwifruit Vines in Southern Italy. *Acta Hort.* 770, ISHS, 185-192 pp.
- Basile B., Giaccone M., Cirillo C., Ritieni A., Graziani G., Shahak Y., Forlani M. 2012. Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 141, 91–97. doi:10.1016/j.scienta.2012.04.022

- Basile B., Giaccone M., Shahak Y., Forlani M., Cirillo C. 2014. Regulation of the vegetative growth of kiwifruit vines by photo-selective anti-hail netting. *Scientia Horticulturae*, 172, 300–307. doi:10.1016/j.scienta.2014.04.011
- Benge J.R. 1999. Storage potential of kiwifruit from alternative production systems. Doctoral dissertation, Massey University, Palmerston North, New Zealand. Acedido em 29 abr. 2020, http://mro.massey.ac.nz/bitstream/handle/10179/2325/02_whole.pdf?sequence=1.
- Black M.Z., Casonato S., Bent S. 2015. Opportunities for environmental modification to control *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* in kiwifruit. *Acta Horticulturae*, (1105), 353–360 pp, doi:10.17660/actahortic.2015.1105.36
- Brar H.S., Thakur A., Singh H. 2020. Photosensitive coverings influence plant growth, root development, and buddability of citrus plants in protected nursery. *Acta Physiol Plant* 42, 18. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2998-3>
- Brás P.M.A. (2017). Avaliação dos mecanismos de suscetibilidade de diferentes cultivares de *Actinidia* spp. ao cancro bacteriano do kiwi. Dissertação de mestrado em Eng. Agronómica. Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território. Universidade do Porto. 47pp. Acedido em 06 dez. 2019, <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/110675/2/250381.pdf>
- Briassoulis D., Mistrionis A., Eleftherakis D. 2007. Mechanical behaviour and properties of agricultural nets. Part II: Analysis of the performance of the main categories of agricultural nets. Elsevier Ltd, doi:10.1016/j.polymertesting.2007.06.010
- Brigati S., Donati I. 2003. *Actinidia*: Search results for their applications in the field of conservation and commercial distribution. Societa Orticola Italiana Verona, Italy. pp: 277-290.
- Burdon J., Lallu N. 2011. Kiwifruit (*Actinidia* spp.). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, 326–362 pp, doi:10.1533/9780857092885.326.
- CABI - Centre for Agriculture and Biosciences International. 2019. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (bacterial canker of kiwifruit). Acedido em 06 dez. 2019, <http://www.cabi.org/isc/datasheet/45002>
- Cameron A., Zoysa G.H., Sarojini V. 2014. Antimicrobial peptides against *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* and *Erwinia amylovora*: Chemical synthesis, secondary structure, efficacy, and mechanistic investigations. *Biopolymers*, 102, 1, 88–96 pp. Acedido em 31 jan. 2019, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bip.22423>
- Campoy J.A., Ruiz D., Egea J. 2011. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Sci. Hort.* (Amsterdam). 130, 357–372. doi:10.1016/j.scienta.2011.07.011
- Caramés A.P. 2016. Instalação de um pomar de kiwi em Pontevedra, Galiza, Lisboa: ISA-UL, 104 pp. Acedido em 31 jan. 2019, <http://hdl.handle.net/10400.5/12158>.
- Carvalho T.P., Nave A., Rodrigues S., Costa C.A. 2017. Racionalização da luta química no controlo de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidea* (Psa) na região da Bairrada. *Revista de Ciências Agrárias*, 40 (Especial): 103-110 pp.
- Cavaco M., Calouro F. 2005. Produção integrada da cultura Actinídea. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direção-Geral de Proteção das Culturas.
- CE. 2004. Regulamento (CE) N° 1673/2004. Hortofrutícolas – Jornal Oficial da União Europeia, L300/5 (25.9.2004)
- CE. 2007. Regulamento (CE) n°834/2007. “Jornal Oficial da União Europeia”, L189 (2007.07.20).

- Chapman J., Taylor R., Weir B., Romberg M., Vanneste J.L., Luck J., Alexander B. 2012. Phylogenetic relationships among global populations of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Phytopathology*, 102, 1034–1044.
- Chiabrando, V., Giacalone, G., 2018. Kiwifruit under plastic covering: impact on fruit quality and on orchard microclimate. *J. Food Nutr. Agric.* 1 (1), 1-6. <http://doi.org/10.21839/jfna.v1i1.113>.
- Costa, A.A.V.M.R., 2010. Agricultura Sustentável I: Conceitos. *Revista de Ciências Agrárias*. 61-74 pp.
- Costa G., Biasi R., Giuliani R., Succi F. 1992. Comparison of Kiwifruit Training Systems. *Acta Horticulturae*, (297), 427–434 pp. doi:10.17660/actahortic.1992.297.56
- Costa G., Ferguson A.R. 2015. Bacterial Canker of Kiwifruit: Response to a Threat. *Acta Horticulturae*, (1095), 27–40. doi:10.17660/actahortic.2015.1095.2
- Costa G. 2019. History, present, future of the kiwifruit industry. In: *Global Kiwifruit Industrial Development Conference*. ISHS N°20. ISSN 2506-9780.
- Cotrut R.C., Stanica F., Cimpeanu S.M. 2016. Influence of cold storage on fruit quality of some kiwifruit genotypes organically produced. *Romanian Biotechnological Letters* 21, 12110-12115.
- Cunha C., Oliveira J., Perestrelo L., Oliveira M., Silva R., Rodrigues S. 2007. Manual do Kiwicultor. Projecto Agro - Medida 10 - Projecto de aconselhamento e animação técnica dos kiwicultores portugueses. APK - Associação Portuguesa de Kiwicultores, 160 pp.
- Cunty A., Poliakoff F., Rivoal C., Cesbro, S., Fischer-Le Saux M., Lemaire C., Jacques M.A., Manceau C., Vanneste J.L. 2014. Characterisation of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) isolated from France and assignment of Psa biovar 4 to a de novo pathovar: *Pseudomonas syringae* pv. *actinidifoliorum* pv. nov. *Plant Pathology*, 64, 582596.
- Cunty A., Cesbron S., Poliakoff F., Jacques M.A., Manceau C. (2015). Origin of the outbreak in France of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3, the causal agent of bacterial canker of kiwifruit, revealed by a multilocus variable-number tandem-repeat analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(19), pp. 6773–6789. DOI: 10.1128/AEM.01688-15.
- DGAV. 2014. Plano de Ação Nacional para o Controlo da *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* do Kiwi (PSA). Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Ministério da Agricultura e do Mar. 30 pp.
- DGPC. 2005. Produção Integrada da Cultura da Actinídea. Direcção-Geral de Protecção das Culturas. 95pp.
- DGADR. 2011. Guia dos produtos fitofarmacêuticos em modo de produção biológico. Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território, Série Divulgação n° 357.
- Decreto-Lei n.º 256/2009 de 24 de setembro. Diário da República, 1.ª série — N.º 186. Acedido em 6 dez. 2019, <https://dre.pt/application/dir/pdf1s/2009/09/18600/0685206857.pdf>
- Dias A.M. 2018. Avaliação da eficácia da aplicação de bioestimulantes para a quebra de dormência em *Actinidia deliciosa*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronómica – Hortofruticultura e Viticultura. Universidade de Lisboa. Lisboa. 85 pp.
- Di Lallo, G., Evangelisti, M., Mancuso, F., Ferrante, P., Marcelletti, S., Tinari, A., Superti, F., Migliore, L., D'Addabbo, P., Frezza, D., Scortichini, M., Thaller, M.C. Isolation and partial characterization of bacteriophages infecting *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, causal agent of kiwifruit bacterial canker. 2014. *J. Basic Microbiol*, 54 (11):1210-21. doi: 10.1002/jobm.201300951.

- Disqual (n/a). Manual de boas práticas agrícolas: kiwi. 25p. Acedido em 6 dez. 2019, <http://ebookbrowse.com/disqual-kiwi-pdf-d378215241>
- Donati I., Buriani G., Cellini A., Mauri S., Costa G., Spinelli F. 2014. New insights on the bacterial canker of kiwifruit. *Journal of Berry Research*, 4, 53-67.
- Elad Y., Messika Y., Brand M., David D.R., Szejnberg A. 2007. Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*). *Phytoparasitica* 35:285–299.
- EPPO. 2015. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* – Plant quarantine. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, 4 p. Acedido em 6 dez. 2019, http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/bacteria/P_syringae_pv_actinidiae.htm
- EPPO. 2016. A2 - List of pests recommended for regulation as quarantine pests. Version 2016-09. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, 4 p. Acedido em 6 dez. 2019, <https://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm>
- EPPO. 2019. EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
- EPPO. 2019. Outbreak of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in Italy: addition to the EPPO Alert List. Reporting Service no. 11/215. Acedido em 6 dez. 2019, <https://gd.eppo.int/reporting/article-470>
- Fallik, E., Alakali-Tuvia, S., Parselan, Y., Aharon, Z., Offir, Y., Matan, E., Yehezkel, H., Ratner, K., Zur, N., Shahak, Y., 2009. Can colored shade nets maintain sweet pepper quality during storage and marketing? *Acta Hort.* 830, 37–43 pp.
- FAOSTAT. 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Acedido em jan 2020, <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- FAOSTAT. 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Acedido em jan 2021, <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Fattahi J., Fifaïi R., Babri M. 2010. Postharvest Quality of Kiwifruit (*Actinidia Deliciosa* cv. Hayward) - Affected by pre-storage application of Salicylic Acid. *South-west J Hortic Biol Environ.* Vol. 1, No. 2, 175 – 186 pp.
- Félix A., Rebelo P., Cavaco M. 2004. Caracterização do Ecosistema Agrário da Cultura da Actinídea (*Actinidia deliciosa* A. CHEV.) (*Actinidiaceae*). VII – Encontro Nacional de Protecção Integrada – Escola Superior Agrária de Coimbra, 1-8 pp.
- Feng J. 2003. Segregation of “Hayward” kiwifruit for storage potential. Doctoral dissertation, Massey University, New Zealand.
- Ferrante P., Fiorillo E., Marcelletti S., Marocchi F., Mastroleo M., Simeoni S., Scortichini M. 2012. The importance of the main colonization and penetration sites of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* and prevailing weather conditions in the development of epidemics in yellow kiwifruit, recently observed in central Italy. *Journal of Plant Pathology*, 94, 455-461
- Ferreira M.D. 2017. Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. 284 p. Acedido em 25 nov. 2019, <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1075734/instrumentacao-pos-colheita-em-frutas-e-hortalicas>
- Ferguson A.R., Bollard E.G. 1990. Domestication of the kiwifruit. 165–246 pp. In: I.J. Warrington and G.C. Weston (eds.), *Kiwifruit: Science and management*. Ray Richards, Publisher in association with the New Zealand Soc. Hort. Sci., Auckland.
- Ferguson A.R. 1999. New Temperate Fruits: *Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa*. p. 342–347. In: J. Janick (ed.), *Perspectives on new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.

- Ferguson A.R., Stanley R. 2003. Kiwifruit. In Encyclopedia of food sciences and nutrition, Caballero, B. (Eds), Academic Press, Oxford, pp. 3425–3431.
- Ferguson A.R. 2013. Nutritional Benefits of Kiwifruit. Academic Press, 341 pp.
- Ferguson A.R., Seal A.G. 2008. Kiwifruit. In: Temperate Fruit Crop Breeding, Hancock, Jim F (ed) Germplasm to Genomics, East Lansing, MI, USA. doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9_8.
- Frampton R.A., Taylor C., Holguín Moreno A.V., Visnovsky S.B., Petty N.K., Pitman A.R., Fineran P.C. 2014. Identification of Bacteriophages for Biocontrol of the Kiwifruit Canker Phytopathogen *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Applied and Environmental Microbiology, 80(7), 2216–2228 pp. doi:10.1128/aem.00062-14.
- Franco M.J.B. 2008. História e desenvolvimento comercial. In: M. D. Antunes (Ed.). Kiwi – Da produção à comercialização. Universidade do Algarve, Ciência da Terra, pp13-19. Acedido em 25 nov. 2019, <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>.
- Froud K.J., Everett K.R., Tyson J.L., Beresford R.M., Cogger N. 2015. Review of the risk factors associated with kiwifruit bacterial canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. N. Z. Plant Prot. 68, 313–327.
- García J.C., García G. 2010. Guía para el cultivo del kiwi. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal.
- Garcia C.V., Quek S., Stevenson R.J., Winz R.A. 2012. Kiwifruit flavour: A review. Trends in Food Science & Technology, 24, 82–91.
- Garcia E. 2015. Variabilidade genética e fenotípica de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, agente causal do cancro da actinídea, na região de Entre Douro e Minho. Dissertação de Mestrado em Agricultura Biológica, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima. 94 p.
- Gomes, J.F.S. 2013. Padronização de metodologia para caracterização de cor por imagem aplicada à seleção de frutas. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 278 pp.
- Guerriero R., Scalabrelli G., Vitagliano C. 1992. Effect of natural and artificial chilling on bud opening and fruitfulness of *actinidia deliciosa* Chev. (Liang & Ferguson) single node cuttings (cv. Hayward and Tomuri). Acta Horticulturae 297: 223-230.
- Guimarães. Câmara Municipal. 2011. Plano Diretor Municipal de Guimarães: Relatório do Plano. Outubro de 2011.
- Guroo I., Wani S.A., Wani S.M., Ahmad M., Mir S.A., Masoodi F.A. 2017. A Review of Production and Processing of Kiwifruit. J Food Process Technol 8: 699. DOI: 10.4172/2157-7110.1000699
- Harvey C.F., Fraser L.G., Pavis S.E., Considine J.A. 1987. Floral Biology of Two Species of *Actinidia* (*Actinidiaceae*). I. The Stigma, Pollination, and Fertilization. In Botanical Gazette, The University of Chicago Vol. 148, No. 4 (Dec), 426-432 pp.
- Hopkirk G., Clark C. 1991. Postharvest fruit losses in the New Zealand kiwifruit industry. Acta Horticulturae, 297, 611-616.
- Huang H. 2016. The kiwifruit: The genus *Actinidia*. Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, China, 352pp.
- Hugh Campbell and Julia Haggerty, 'Kiwifruit - The hairy berry', Te Ara - the Encyclopedia of New Zealand, <http://www.TeAra.govt.nz/en/photograph/17716/male-and-female-flowers> (accessed 3 June 2020).

- Ilić Z.S., Fallik E. 2017. Light quality manipulation improves vegetable quality at harvest and postharvest: A review. *Environmental and Experimental Botany*. 139. 10.1016/j.envexpbot.2017.04.006.
- Ilić Z.S., Milenković L., Šunić L., Manojlović M. 2018. Color Shade Nets improve vegetables quality at harvest and maintain quality during storage. *Contemporary Agriculture* Vol. 67, No. 1, 9 – 19 pp. doi: <https://doi.org/10.2478/contagri-2018-0002>.
- Iliina N. 2003. Fisiología del fruto de kiwi (*Actinidia deliciosa*) durante su desarrollo y ablandamiento: expresión de genes asociados y su modulación por etileno y 1-metilciclopropeno. Doctoral dissertation. Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Agropecuarias. Acedido em 29 abr. 2020, file:///C:/Users/Admin/Downloads/2011ilinanatalia.pdf.
- INE. I. P. 2019. Estatísticas Agrícolas 2018. Lisboa, Portugal, 168 pp.
- INE. I. P. 2018. Estatísticas Agrícolas 2017. Lisboa, Portugal, 168 pp.
- IRIDIUM. 2017. Reti Antigrandine Fotoselettive – Anti-Hail photoselective nets. Harvest under colors. Acedido em 25 abr. 2020, https://www.agrintech.it/wp-content/uploads/2016/11/IRIDIUM-DEPLIANT-a-4_2017.pdf.
- Jabbar A. 2014. Accelerated Fruit Libraries to Predict Storage Potential of ‘Hayward’ Kiwifruit Grower Lines. Doctoral dissertation. Massey University, New Zealand.
- Jianqiang Li, Li Xinwei & D. Doel Soejarto. 2007. *Actinidiaceae*. In Wu, Z. Y., P. H. Raven & D. Y. Hong, eds. *Flora of China*. Vol. 12 (Hippocastanaceae through Theaceae). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Kim H.O., Hewett E.W., Lallu N. 1999. The role of ethylene in kiwifruit softening. *Acta Hort.* 498: 255-262.
- Lallu N., Searle A.N., Macrae E.A. 1989. An investigation of ripening and handling strategies for early season kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv *Hayward*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47(4), 387–400. doi:10.1002/jsfa.2740470402
- Li Y., Cheng H.Y., Fang S.M., Qian Z. 2001. Ecological factors affecting prevalence of kiwifruit bacterial canker and bacteriostatic action of bactericides on *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Chin. J. of Appl. Ecol.* 12, 359–362 pp.
- Lopez, M.M., Mansilla, P. 2014. Current situation and characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on kiwifruit in Galicia (northwest Spain). *Plant Pathology* 63, 691–699. <https://doi.org/10.1111/ppa.12125>
- Magalhães I. 2009. Dossier: Modo de Produção Integrada (PRODI) - Proteção e Produção Integrada das Culturas. Direção de Serviços de Agricultura e Pescas. Acedido em 6 dez. 2019, http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/geral/files/relatorio_actividades_eab_producao_integrada_2009.pdf
- Mahmood A., Hu Y., Tanny J., Asante E.A. 2018. Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: A review of recent advances, *Scientia Horticulturae*, Volume 241, pp241-251, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.078>.
- Manja K., Aoun M. 2019. The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: A review, *Scientia Horticulturae*, Volume 246, 110-122 pp. ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.050>.
- Marcelletti S., Ferrante P., Petriccione M., Firrao G., Scortichini M. 2011. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* Draft Genomes Comparison Reveal Strain-Specific Features Involved in Adaptation and Virulence to *Actinidia* Species. *PLoS ONE*, 6(11), e27297, doi:10.1371/journal.pone.0027297

- Mariz-Ponte, N.; Regalado, L.; Gimranov, E.; Tassi, N.; Moura, L.; Gomes, P.; Tavares, F.; Santos, C.; Teixeira, C. A Synergic Potential of Antimicrobial Peptides against *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Molecules* 2021, 26, 1461. <https://doi.org/10.3390/molecules26051461>
- Maughan T., Black B. 2015. Hardy Kiwi in the Garden. Acedido em 25 abr. 2020, <file:///C:/Users/Admin/Downloads/HardyKiwiintheGarden.pdf>
- Mauri S., Cellini A., Buriani G., Donati I., Costa G., Spinelli F. 2015. Optimization of cultural practices to reduce the development of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, causal agent of the bacterial canker of kiwifruit. *Journal of Berry Research* 6 (2016) 355–371. DOI:10.3233/JBR-160115.
- Mendes F., Cavaco M. 2008. Infestantes. In: M. D. Antunes (Ed.). *Kiwi – Da produção à comercialização*. Universidade do Algarve, Ciência da Terra, 157-169 pp. Acedido em 25 out. 2019, <<https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>>
- Meena V., Kashyap P., Nangare D.D., Singh J. 2016. Effect of coloured shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) cv. Mridula in semi-arid region of Punjab. 86. pp500-505.
- Miller, S.A., Holmes, A.W., Saunders, S.J., Taylor, R.K., Mowat, A.D. 2015. Challenges of kiwifruit pollination in the presence of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, causal agent of bacterial canker. 2015. *Acta Hort.* 1105:269-273. DOI 10.17660/ActaHortic.2015.1105.38
- Mina J.A. 2013. Mercado del kiwi, señales de alerta. Oficina de estudios y políticas agrarias, Chile.
- Moura, L. 2013. O cancro bacteriano do Kiwi causado por *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Vida Rural*. Março 2013, 36-38.
- Moura L., Garcia E., Agúin O., Ares A., Abelleira A., Mansilla P. 2015. Identificação e caracterização de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) na Região do Entre Douro e Minho (Portugal). *Revista de Ciências Agrárias*, 38(2): 196-205 pp.
- Moura, L., Valin, I., Rodrigues, R., Brito, L.M., Mourão, I., Queiróz, A., Araújo, V., Fernandes, M., Mendes, J., Ponte, N.M., Tavares, F., Santos, C. 2020. GESPSA Kiwi: um projeto que valoriza a gestão de pomares de Actinídea no combate do cancro bacteriano (Psa). 4º Simpósio Nacional Fruticultura. *Atas Portuguesas de Horticultura*, 32: 328-335.
- Mourão I.M. 2007. *Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológico*. Edição e Distribuição: Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC. ISBN: 978-972-97872-2-5.
- Mourão I.M. 2020. O mundo precisa da Agricultura Biológica. *Revista AGROTEC, Publindústria Lda.*, 37, 70-73.
- Moreira J. F., Coutinho C. 2014. Circular no:17/2014. Avisos Agrícolas – Estação de avisos de Entre Douro e Minho, 1-6.
- NCBI. 2019. Taxonomy browser (*Actinidia*). Acedido em 20 nov. 2019. Site disponível: NCBI, URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=3624&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>.
- Neves N. 2006. Exemplos de sucesso na fileira do Kiwi - Ações Desenvolvidas pela DRABL na fileira do Kiwi. Congresso Nacional do Kiwi. Acedido em 25 abr. 2020, http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/accoes_desenvolvidas_drabl_kiwi.pdf.

- Neves N.J.L. 2008. Informação Botânica. In: M. D. Antunes (Ed.). Kiwi – Da produção à comercialização. Universidade do Algarve, Ciência da Terra, pp24-28. Acedido em 25 out. 2019, <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>.
- Nicoletta, P., Laura, O., Vanessa, M., Valentina, L., Angela, B., Massimo, P., Stefania, L. 2018. Essential Oils with Inhibitory Capacities on *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, the Causal Agent of Kiwifruit Bacterial Canker. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12 (1): 16-26. DOI: 10.3923/ajppaj.2018.16.26
- Oliveira M., Veloso F. 2008. Exigências edafoclimáticas. In: M. D. Antunes (Ed.). Kiwi – Da produção à comercialização. Universidade do Algarve, Ciência da Terra, pp43-53. Acedido em 25 out. 2019, <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>.
- Oren-Shamir M., Gussakovsky E., Eugene E., NissimLevi A., Ratner K., Ovadia R., Giller Y., Shahak Y. 2001. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76:3, 353-361, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2001.11511377>
- Pinto, R., Valin, M.I., Brito, L.M. Rego, R., Rodrigues, R., Mourão, I., Santos, C., Moura L. 2020. Avaliação do efeito de diferentes redes de proteção nas necessidades hídricas e na produção de kiwi cv. Hayward. II Simpósio Ibérico de Engenharia Hortícola. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 34: 33-40.
- Rajapakse N.C., Shahak Y. 2007. Light quality manipulation by horticulture industry. pp.290-312. In: G. Whitelam and K. Halliday (eds.), *Light and Plant Development*, Blackwell Publishing, UK.
- Renzi M., Mazzaglia A., Balestra G.M. 2012. Widespread distribution of kiwifruit bacterial canker caused by the European *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* genotype in the main production areas of Portugal. *Phytopathologia Mediterranea* Vol. 51, No. 2. 402–409 pp.
- Ritenour, M.A., Crisosto, C.H., Garner, D.T., Cheng, G.W., Zoffoli, J.P. 1999. Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylene-preconditioned kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.* 15: 107-115.
- Rodrigues S. 2008. Condução e poda. In: M.D.C. Antunes (Ed.). Kiwi – Da produção à comercialização. Universidade do Algarve, Ciência da Terra, pp192-204. Acedido em 8 de maio de 2019, <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>.
- Saliyan T., Shakheel B.M., Satish S., Hedge K. 2017. A Review on *Actinidia deliciosa*. *International Journal of Pharma And Chemical Research*, Vol. 3, Issue 1, Jan – Mar.
- Santibanez F. 2014. Modelo de determinacion de riesgo de infeccion de la bacteriosis del kiwi causada por *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Acedido em 28 mar. 2020, <http://pdtpsa.comitedelkiwi.cl/modelo-deriesgo-psa/descripcion-del-modelo.html>.
- Science Learning Hub – Pokapū Akoranga Pūtaiao. (2018). Kiwifruit and Psa – a timeline. Retrieved from https://www.sciencelearn.org.nz/interactive_timeline/10-kiwifruit-and-psa-a-timeline.
- Scortichini M. 2018. Aspects still to solve for the management of kiwifruit bacterial canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3. *European Journal of Horticultural Science*. DOI: 83.205-211. 10.17660/eJHS.2018/83.4.1.
- Scortichini M., Marcelletti S., Ferrante P., Petriccione e M., Firrao G., 2012. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*: a re-emerging, multi-faceted, pandemic pathogen. *Molecular plant pathology*, 13, 631–40. doi: 10.1111/j.1364-3703.2012.00788.x.
- Shahak Y., Gussakovsky E.E., Gal E., Ganelevin R. 2004a. ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Hort.* 659:143-151.

- Shahak Y., Gussakovsky E.E., Cohen Y., Lurie S. 2004b. ColorNets: A New Approach for Light Manipulation in Fruit Trees. *Acta Hort.* 636: 609-616.
- Shahak Y. 2008. Photo-Selective Netting for Improved Performance of Horticultural Crops. A Review of Ornamental and Vegetable Studies Carried Out in Israel. *Acta Horticulturae.* 770. 10.17660/ActaHortic.2008.770.18.
- Shastri K.V., Bhatia V., Parikh P.R., Chaphekar V.N. 2012. *Actinidia deliciosa*: A Review. *Int J Pharm Sci Res.* 3(10); 3543-3549. Acedido em 19 nov. 2019, file:///C:/Users/usuario/Downloads/2-Vol.-3-Issue-10-October-2012-IJPSR-670-Paper-2.pdf.
- Sifito, 2021. Sistema de Gestão das Autorizações de Produtos Fitofarmacêuticos. Pesquisa de Finalidades Autorizadas. <https://sifito.dgav.pt/divulgacao/usuarios>, consultado em 31 de abril de 2021.
- Snelgar W.P., Hopkirk G. 1988. Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J. Hortic. Sci.* 63 (4), 731–742 pp.
- Snelgar W.P., Manson P.J., Hopkirk G. 1991. Effect of overhead shading on fruit size and yield potential of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J. Hortic. Sci.* 66 (3), 261–273 pp.
- Snelgar W.P., Clearwater M., Walton E. 2007. Flowering of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) is reduced by long photoperiods. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.* DOI: 35. 10.1080/01140670709510165.
- Snoeiijers S.S., Pérez-García A., Joosten M.H., DeWit P.J. 2000. The effect of nitrogen on disease development and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. *Eur J Plant Pathol.* 2000;106(6):493-506 pp.
- Snowball A. 1997. Flower evocation on Kiwifruit - When does it occur? *Acta Hort.* 1, 377–382.
- Sofia J.M.E.C. 2008. Doenças da actinídea. In: M. D. Antunes (Ed.). *Kiwi – Da produção à comercialização.* Universidade do Algarve, Ciência da Terra, pp24-28. Acedido em 25 out. 2019, <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5682/1/Kiwi.pdf>.
- Stamps R.H. 2009. Use of Colored Shade Netting in Horticulture. *HortScience* Vol. 44(2), 239-241 pp.
- Stewart A., Hill R., Stark C. 2011. Desktop evaluation on commercially available microbial-based products for control or suppression *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Bio-Protection Research Centre, New Zealand:* 26 pp. Acedido em 28 abr. 2020, <http://www.kvh.org.nz/vdb/document/481>.
- Stirk B. 2005. Growing Kiwifruit. Pacific Northwest Extension publication n° 507, 27 pp.
- Takikawa Y., Serizawa S., Ichikawa T., Tsuyumu S., Goto M. 1989. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pv. nov.: the causal bacterium of canker of kiwifruit in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 55(4), 437-444.
- Tanny J., Cohen S., Grava A., Naor A., Lukyanov V. 2009. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. *Acta Hort.* 807, 103-108. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.807.11. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.807.11>
- Tinyane P.P., Soundy P., Sivakumar D. 2018. Growing ‘Hass’ avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening, *Scientia Horticulturae*, Volume 230, pp43-49, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.020>.
- Trigueiros, J. 2000. Tecnologias de colheita. Sociedade portuguesa de inovação. Acedido em 23 mar. 2020, <http://www.spi.pt/documents/books/hortofructcolas/Wc4d39b0483900.asp>.

- UE. 2018. Regulamento (UE) 2018/848 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos. Jornal Oficial da União Europeia, 14 junho, L 150, 1-92.
- Vanneste J.L., Kay C., Onorato R., Yu J., Cornish D.A., Spinelli F., Max S. 2011. Recent Advances in the characterisation and control of *Pseudomonas Syringae* pv. *Actinidiae*, The causal agent of bacterial canker on Kiwifruit. Acta Hortic. 913, 443-455, doi: 10.17660/ActaHortic.2011.913.59.
- Vanneste J.L., Moffat B.J., Oldham J.M. 2012. Survival of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on *Cryptomeria japonica*, a non-host plant used as shelter belts in kiwifruit orchards. New Zealand Plant Protection, 65, 1–7.
- Vanneste J. L., Yu J., Cornish D. A., Tanner D. J., Windner R., Chapman J. R., Taylor R. K., Mackay J. F., Dowlut S. 2013. Identification, virulence, and distribution of two biovars of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in New Zealand. Plant Dis. 97:708-719.
- Vanneste J.L. 2017. The scientific, economic, and social impacts of the New Zealand outbreak of bacterial canker of kiwifruit (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*). Annual Review of Phytopathology 55, pp. 377-99. DOI: 10.1146/annurev-phyto080516-035530.
- Wicaksono W.A., Jones E.E., Casonato S., Monk J., Ridgway H.J. 2017. Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), the causal agent of bacterial canker of kiwifruit, using endophytic bacteria recovered from a medicinal plant, Biological Control. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.03.003>.
- Willer H., Schlatter B., Trávníček J., Kemper L., Lernoud J. 2020. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2020. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick and IFOAM - Organics International, Bonn.