



Uso de redes foseletivas em framboesa

Luísa Vareta Matos Ponce Dentinho

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientador: Doutora Mariana da Silva Gomes Mota

Júri:

Presidente: Doutor José Carlos Franco Santos Silva, Professor associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira, Investigador auxiliar do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária; Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, Técnica superior do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora.

2022

Agradecimentos

Agradeço à Professora Doutora Mariana Mota, pelo apoio, disponibilidade e preocupação durante toda a dissertação, bem como durante o meu percurso académico. Foi absolutamente essencial para o decorrer da dissertação.

À minha família, especialmente aos meus pais e irmãs, pela formação e apoio constante e por assegurarem todas as condições que possibilitaram o bem decorrer deste percurso académico.

Aos meus amigos, Francisco Ribeiro, Teresa Franco e Patrícia Nunes, pelo apoio e pela presença constante durante os bons momentos como também nos mais complicados.

Aos meus colegas de faculdade, sem os quais estes anos não teriam sido tão bons, pelos ensinamentos e companheirismo.

Ao meu colega Miguel Pereira, pela paciência e disponibilidade para me ajudar repetidamente na realização do ensaio em todos os seus passos.

À minha colega Ana Morais, pela parceria e apoio ao longo de toda a dissertação.

À *The Summer Berry Company Portugal*, em especial ao Eng.º João Alves, pelo aconselhamento e condução do ensaio e pela motivação ao longo desta etapa.

Resumo

A procura de framboesas na Europa tem vindo a aumentar ao longo dos anos e o aparecimento de unidades de produção tem seguido o mesmo caminho. Um aumento da oferta aliado a preços de produção mais competitivos comparativamente com os praticados na Europa conduz a uma queda gradual do preço, colocando os investimentos dos produtores nacionais em risco. Por esse motivo é necessário aumentar a produtividade das explorações, reduzindo perdas e promovendo aumentos na produção. Este ensaio estudou a utilização de diferentes redes fotoseletivas vermelha e azul de forma a verificar a influência que estas teriam na produtividade e qualidade da framboesa no Sudoeste Alentejano. Acompanhou-se o efeito provocado na biometria, produtividade e qualidade da framboesa da variedade Diamond Jubilee, bem como no ambiente climático e características do ambiente luminoso dos túneis com a utilização das redes fotoseletivas. Utilizaram-se redes de cor vermelha, azul e cinzenta (como controlo). No que diz respeito ao ambiente luminoso verificaram-se diferenças, especialmente para as redes azuis, responsáveis pela redução de 9,5% do rácio *red:far-red* e 5,1% da radiação PAR que atingia as plantas, provocando um alongamento da planta. Também o ambiente climático sofreu alterações, atingindo-se temperaturas máximas mais elevadas (2°C) com recurso à rede vermelha. Relativamente à produtividade, as plantas ensombradas pela rede azul destacaram-se pela negativa contrariamente às ensombradas pela rede vermelha, provocando uma redução de cerca de 15% da produção total. A qualidade do fruto não sofreu alterações, apenas a análise sensorial apontou para uma preferência face às framboesas pertencentes à rede vermelha.

Palavras-chave: *Rubus idaeus*, redes de ensombramento, produtividade, qualidade.

Abstract

The demand for raspberries in Europe has been increasing over the past years and the emergence of production units has followed the same path. An increase in supply combined with more competitive production prices compared to those practiced in Europe leads to a gradual fall in prices, putting national producers' investments at risk. For this reason it is necessary to increase the productivity of farms, reducing losses and promoting increases in production. This essay studied the use of different red and blue photosensitive nets in order to verify the influence they would have on the productivity and quality of raspberries in the Southwest of Alentejo. The effect on the biometry, productivity and quality of the Diamond Jubilee raspberry variety was monitored, as well as the climatic environment and characteristics of the luminous environment of the tunnels with the use of photo-selective nets. Red, blue and gray colored nets (as a control) were used. Regarding the luminous environment, there were differences, especially for the blue nets, responsible for a 9,5% reduction in the red:far-red ratio and a 5,1% reduction in the PAR radiation that reached the plants, causing an elongation of the plant. The climate environment also went through changes, reaching higher maximum temperatures (2°C) using the red colored net. In terms of productivity, plants shaded by the blue colored net stood out in the negative, unlike those shaded by the red colored net, causing a reduction of around 15% in total production. The quality of the fruit did not change, only the sensory analysis showed a preference for raspberries belonging to the red colored net.

Key words: *Rubus idaeus*, shading nets, productivity, fruit quality.

Índice

1. Introdução	8
2. Revisão Bibliográfica.....	10
2.1. A Framboesa	10
2.1.1. Origem	10
2.1.2. Importância da cultura	10
2.1.3. Morfologia e botânica	11
2.1.4. Ciclo biológico.....	12
2.1.5. Condições edafoclimáticas.....	13
2.1.6. Sistemas de produção.....	14
2.1.7. Comercialização.....	16
2.2. Redes fotoseletivas	18
2.2.1. Resposta fisiológica das plantas à luz.....	19
2.2.2. Efeito das redes fotoseletivas em algumas culturas	21
3. Material e métodos	22
3.1. Localização	22
3.2. Material vegetal	22
3.3. Coberturas.....	23
3.4. Condução do ensaio experimental.....	24
3.4.1. Registos e observações no campo.....	26
3.5. Tratamento de dados.....	30
4. Resultados.....	31
4.1. Análise de temperatura dos túneis	31
4.2. Análise do ambiente luminoso	32
4.3. Colometria das redes	36
4.4. Parâmetros biométricos	38
4.5. Parâmetros produtivos.....	41
4.6. Consumo de água.....	45
4.7. Parâmetros de qualidade da fruta	46

4.8. Análise sensorial	49
5. Discussão de resultados	50
6. Conclusão e perspectivas	53
7. Referências bibliográficas	54
8. Anexos.....	58

Índice de figuras

Figura 1 - Redes vermelha e azul sobre os túneis de polietileno.....	23
Figura 2 – Esquema de colocação dos loggers e das redes em cada túnel dos 3 hectares do ensaio experimental.	24
Figura 3 - Sistema espacial de organização de cor CIELAB (Ly et al., 2020).....	27
Figura 4 - Temperatura diária no interior dos túneis no decorrer do ensaio.....	31
Figura 5 - Densidade média do fluxo de fótons para cada tratamento medido pelo espectroradiómetro.	33
Figura 6 - Fotografias tiradas a 19 de Maio no interior de um túnel coberto pela rede de ensombramento vermelha.	36
Figura 7 - Fotografias tiradas a 15 de Junho das redes de ensombramento vermelha e azul.	37
Figura 8 - Imagem aérea do local do ensaio, fotografia tirada a 30 de Junho de 2021 (Origem: https://maps.equatorstudios.com/).	37
Figura 9 - Perfil de colheita para cada tratamento.	44
Figura 10 - Análise sensorial de frutos de cada tratamento.....	49

Índice de quadros

Quadro 1 - Produção de framboesas (t) em Portugal, 2012-2021. (Fonte: INE, 2022)....	8
Quadro 2 - Comércio internacional de framboesa em Portugal, 2013-2019. (Fonte: GPP)	17
Quadro 3 - Destinos das exportações de framboesa de Portugal, 2013-2019. (Fonte: GPP)	17
Quadro 4 - Descrição da plantação por bloco do ensaio experimental.	25

Quadro 5 - Temperatura média mínima, média e máxima no interior dos túneis.	32
Quadro 6 - Densidade de fluxo de fotões total, entre os 340 e os 820nm de comprimento de onda.....	33
Quadro 7 - Fração PAR para cada tratamento.....	34
Quadro 8 - Rácio da radiação R/FR por tratamento.	35
Quadro 9 - Densidade do fluxo de fotões no interior do túnel para cada radiação e tratamento.	36
Quadro 10 - Número médio de gomos por lançamento.....	38
Quadro 11 - Número médio de laterais por lançamento.....	39
Quadro 12 - Comprimento médio dos laterais (metros).....	39
Quadro 13 - Número médio de flores e flores abortadas por planta.....	40
Quadro 14 - Número médio de visitas por abelhas em 5 flores durante 5 minutos por tratamento.	40
Quadro 15 - Número e percentagem de lançamentos mortos por tratamento.	41
Quadro 16 - Número médio de frutos colhidos e por colher por planta.	42
Quadro 17 - Peso total e peso por lançamento colhido por tratamento.	42
Quadro 18 - Velocidade média de colheita por tratamento.	43
Quadro 19 - Peso total de refugo por tratamento.....	43
Quadro 20 - Consumo total de água por lançamento por tratamento.	45
Quadro 21 - Peso médio da fruta por tratamento.....	46
Quadro 22 – Altura, diâmetro maior e menor médios da fruta por tratamento.	46
Quadro 23 – Brilho, intensidade da cor e tonalidade média dos frutos para cada tratamento.	47
Quadro 24 – Brix, pH e Acidez titulável média dos frutos de cada tratamento.	48
Quadro 25 – Fenóis totais e Vitamina C média dos frutos de cada tratamento.....	48
Quadro 26 – Período de armazenamento médio dos frutos de cada tratamento.....	48

Índice de anexos:

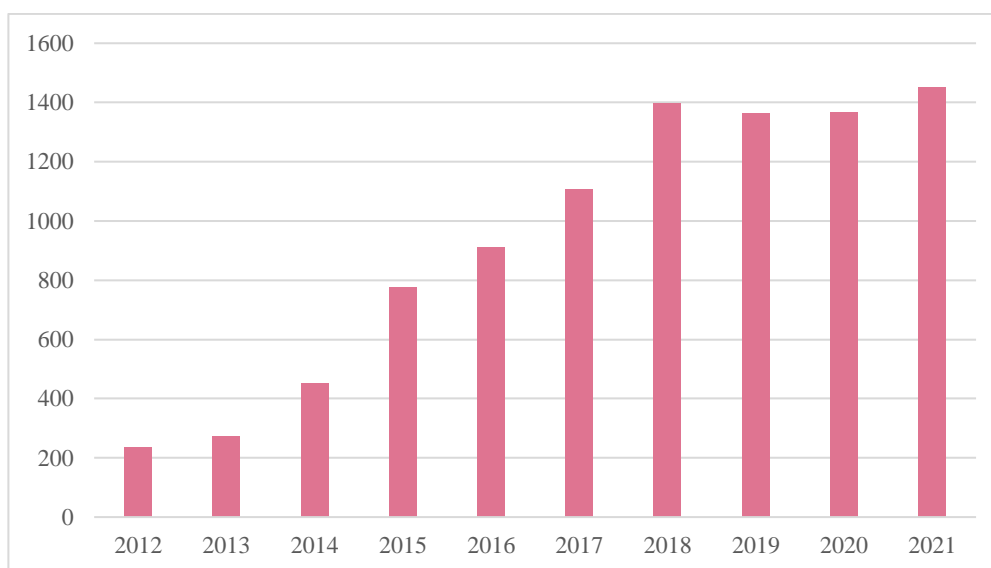
Anexo A – Avaliação sensorial de framboesas.....	58
--	----

1. Introdução

A cultura da framboesa em Portugal tem demonstrado uma tendência de crescimento anual, a nível de produção, bastante significativa (Quadro 1). Este crescimento não é exclusivamente português, tendo a produção também vindo a aumentar noutros países, especialmente nos países localizados a sul da Europa (Antunes & Pagot, 2016).

A framboeseira tornou-se numa cultura emergente e com um elevado valor económico associado uma vez verificadas as propriedades benéficas que o fruto apresenta para a saúde humana, ligadas às elevadas concentrações de nutrientes e antioxidantes presentes no fruto (Barney et al., 2007; Krüger et al., 2011).

Quadro 1 - Produção de framboesas (t) em Portugal, 2012-2021. (Fonte: INE, 2022)



O aumento da oferta, aliado a preços de produção mais competitivos (praticados, por exemplo, por Marrocos) comparativamente com os praticados na Europa, especialmente no que diz respeito ao custo de mão de obra, conduz a uma queda gradual dos preços, colocando os produtores nacionais em risco.

Nesta situação, as alternativas possíveis para aumentar a rentabilidade da produção são a oferta do produto fora da época de maior produção, beneficiando de preços mais competitivos, e/ou o aumento da produtividade da exploração.

A produtividade e qualidade da fruta depende de fatores como a temperatura e a humidade relativa do ar, da radiação, dióxido de carbono, nutrientes e manejo da cultura. Em Portugal beneficia-se de condições climáticas excecionais para a produção de framboesa, especialmente na zona do Sudoeste Alentejano e do Sotavento Algarvio, conseguindo-se desta forma produzir o ano inteiro. A *The Summer Berry Company* (TSBC) redireciona o pico de produção para épocas em que o mercado não se encontra tão saturado e em que não é tão competitivo e opta também por variedades mais lucrativas nestas fases como forma de aumentar a rendibilidade anual. Assim sendo, optou-se por se verificar qual será o efeito da utilização de redes fotoseletivas na produtividade da framboeseira e na qualidade do fruto.

Segundo Dale (2012), o efeito da radiação em produção protegida afeta 2% do rendimento total das culturas, no entanto, não se teve em consideração a utilização de redes fotoseletivas, pelo que o objetivo desta investigação é perceber como funciona a cultura da framboesa, rever os efeitos da utilização de redes com manipulação da luz em diferentes culturas e verificar as possíveis alterações provocadas na produtividade e qualidade da produção e na radiação no interior do túnel.

2. Revisão Bibliográfica

2.1.A Framboesa

2.1.1. Origem

A framboesa é um fruto, classificado como pequeno fruto, cuja planta pertencente à família *Rosaceae* e ao género *Rubus L.*, subgénero *Idaeobatus*, proveniente do leste da Ásia (Antunes & Pagot, 2016; Oliveira et al., 2007). Segundo a AJAP (2017) as framboesas mais cultivadas são a framboesa europeia vermelha e as norte-americanas vermelha e preta.

2.1.2. Importância da cultura

A framboesa é um fruto cujo interesse tem vindo a aumentar em Portugal de forma acentuada, tanto por parte dos consumidores como por parte dos produtores. Este aumento poderá estar relacionado com a perceção da framboesa, por parte dos produtores, como uma cultura bem adaptada ao clima português e, devido ao interesse dos países nórdicos pelo fruto, com elevadas margens de rendimento e, por parte dos consumidores, como um fruto com elevados benefícios para a saúde humana.

Em todo o mundo foram desenvolvidos diversos sistemas de cultivo para a produção de framboesas vermelhas, quer para a sua estação de produção como para fora desta, uma vez que os preços aumentam significativamente quer no início, quer no fim da temporada (Oliveira et al., 2002). O clima português permite a obtenção de framboesa fora da janela de produção da planta sem ser necessário o input económico que os países nórdicos necessitam para a sua produção; apenas com a utilização de técnicas que permitem alterar ligeiramente o microclima junto à planta, como é o caso da utilização de túneis de polietileno, é possível a obtenção de um fruto de qualidade e com um elevado rendimento económico.

2.1.3. Morfologia e botânica

Oliveira et al. (2007) afirmam que, morfológicamente, a planta de framboesa é um arbusto, de porte ereto, com capacidade para atingir uma altura máxima de 2-3 m (dependo da variedade, do vigor e das condições de crescimento da planta). A estrutura perene da planta é o sistema radicular fasciculado do qual surgem novos lançamentos que se designam *primocanes*, caso sejam lançamentos do primeiro ano, ou *floricanes* (lançamentos do segundo ano) (AJAP, 2017). Na maioria dos casos a planta é constituída por numerosos espinhos ao longo do caule (com maior intensidade na base) com diferente rigidez consoante a variedade, sendo por isso uma característica útil para a sua identificação (Oliveira et al., 2007).

As folhas da planta da framboesa são compostas, com bordas serradas e podem apresentar variadas formas consoante a cultivar utilizada, no entanto, são caracteristicamente trifoliadas (Antunes & Pagot, 2016; Oliveira et al., 2007); são também glabras e não possuem estomas na página superior, estando estes presentes em elevada quantidade na página inferior (de cor verde-acinzentada). Relativamente aos abrolhamentos reprodutivos, denominados de laterais, verifica-se que os botões florais provêm das axilas dos laterais, sendo que os que se encontram mais próximos do ápice da planta são os que se desenvolvem mais significativamente e os que produzem fruta de melhor qualidade (Antunes & Pagot, 2016).

A framboeseira produz inflorescências constituídas por flores hermafroditas que produzem grandes quantidades de pólen e néctar, promovendo desta forma a atratividade da flor a insetos polinizadores, sendo os principais a abelha doméstica e *Bombus terrestris* (AJAP, 2017), originando desta forma frutos bem desenvolvidos e com um bom valor comercial.

As flores da framboesa são normalmente constituídas por 5 sépalas e 5 pétalas brancas, no que diz respeito aos órgãos reprodutivos da planta, contam-se cerca de 50 estames e 50 a 100 pistilos (Oliveira et al., 2007). Oliveira et al. (2007) afirmam que, após a fecundação do pistilo, o ovário desenvolve-se dando origem a uma drupéola. A framboesa, um fruto múltiplo, é então o resultado de um conjunto de drupéolas (da mesma

flor) que se encontram unidas a um recetáculo comum. A coesão entre estas está dependente da quantidade de drupéolas existentes, da área de contacto destas com o recetáculo e da condição da epiderme (Antunes & Pagot, 2016).

2.1.4. Ciclo biológico

Segundo Oliveira et al. (2007), existem dois tipos de framboeseiras: as remontantes (ou de frutificação *primocane*) e as não remontantes (ou de frutificação *floricane*).

Variedades remontantes

As plantas são consideradas remontantes quando a diferenciação floral dos gomos ocorre durante a fase de crescimento da planta, ou seja, quando a frutificação ocorre nos lançamentos do ano (Oliveira et al., 2007).

Segundo Carew et al. (2000) estas possuem menores necessidades de frio do que as variedades não remontantes e são plantadas na Primavera/Verão para que os frutos possam ser colhidos no Verão/Outono e, com condições favoráveis e com uma determinada altura de poda, é possível que a planta frutifique uma segunda vez nesse mesmo ano.

Variedades não remontantes

Segundo Oliveira et al. (2007), consideram-se as framboeseiras não remontantes quando a diferenciação floral ocorre depois do período de crescimento da planta, ou seja, quando a frutificação ocorre um ano após o crescimento vegetativo, posteriormente a um período de dormência diferente para cada variedade. São assim plantas constituídas por lançamentos bianuais, em que os lançamentos do primeiro ano são vegetativos e que os do segundo ano se diferenciam para a produção de flores e frutos (*floricanes*) (Carew et al., 2000).

2.1.5. Condições edafoclimáticas

A cultura da framboesa possui determinados requisitos edafoclimáticos, sendo que estes variam consoante a variedade de framboeseira utilizada.

É importante ter em consideração que Portugal não apresenta condições favoráveis à produção de framboesa ao ar livre pelo que se recorrem a técnicas de produção protegida (como forma de, por exemplo no Verão, reduzir a temperatura) e à utilização de lançamentos de segundo ano previamente tratados em câmaras frigoríficas ou noutros países com condições climáticas favoráveis com o objetivo de quebrar a dormência dos gomos e de produzir fora de época (AJAP, 2017).

Assim sendo, em Portugal, as framboesas são maioritariamente produzidas dentro de túneis de polietileno e as plantas colocadas em vasos com o substrato ou mistura de substratos que melhor promovam o desenvolvimento da planta.

Clima

No que diz respeito ao clima, segundo Carew et. al (2000), o sucesso da cultura da framboesa depende da temperatura, da precipitação, vento e humidade relativa, no entanto, preferem tendencialmente invernos com temperaturas baixas e verões frescos e longos.

Relativamente à temperatura, a framboeseira é bastante resistente a baixas temperaturas inverniais e suporta temperaturas elevadas (Antunes & Pagot, 2016). A AJAP (2017) afirma que a framboeseira é uma planta que requer temperaturas baixas (entre 700 e 1700 horas abaixo de 7,2 °C) para que ocorra a quebra da dormência dos gomos, no entanto, aquando do período de floração é sensível tanto a temperaturas muito reduzidas como muito elevadas (superiores a 25/30 °C), resultando no fecho dos estomas.

No que diz respeito à precipitação, apesar de Portugal não apresentar condições favoráveis à produção de framboesa ao ar livre, a framboeseira necessita de 700 a 900 mm de chuva anualmente (Antunes & Pagot, 2016) desde que esta não conduza ao encharcamento do solo, uma vez que pode conduzir à asfixia radicular e conseqüente morte da planta. Em relação ao vento, é importante ter em consideração que este pode ser

responsável por causar danos na cultura através da quebra de ramos, da desidratação dos tecidos herbáceos ou da queda de frutos (AJAP, 2017; Antunes & Pagot, 2016). devendo-se então optar por locais protegidos ou por uma produção sob condições controladas. Segundo a AJAP (2017), a humidade relativa é também um fator de elevada importância cujos valores não podem ser nem muito elevados nem muito reduzidos sob risco de provocar, respetivamente, o aparecimento de fungos ou o desenvolvimento deficiente dos frutos resultado de uma polinização deficiente.

Solo

Relativamente ao solo, a cultura da framboesa beneficia se a framboeseira se encontrar em solos profundos, pouco compactos, bem drenados, mas com boa capacidade de retenção de água, férteis, ricos em matéria orgânica (superior a 5%) e com valores de pH entre 5,5 e 7 (AJAP, 2017; Antunes & Pagot, 2016).

Segundo Antunes & Pagot (2016), a framboeseira é uma planta que não tolera solos com excesso de sódio e cloro e o rendimento da planta pode ser reduzido em solos ricos em cálcio uma vez que pode desenvolver deficiências em manganês e/ou ferro.

2.1.6. Sistemas de produção

As tecnologias de produção de framboesa têm vindo a ser cada vez mais desenvolvidas devido ao aumento da procura do fruto e ao seu elevado valor comercial. Desta forma a sua produção tem sido orientada para o aumento da produtividade da planta e qualidade do fruto, bem como para o aumento da época de produção (AJAP, 2017).

Os métodos mais comumente utilizados para modelar a data de colheita na cultura da framboesa para adequação às necessidades comerciais em torno do globo são a utilização de redes de ensombramento e o cultivo em túneis de polietileno (Carew et al., 2000).

Oliveira et al. (2002) afirma que a combinação de diferentes variedades de framboesa com diferentes sistemas de produção (campo aberto e utilização de túneis de polietileno) permite ainda produzir framboesas durante todo o ano na costa alentejana portuguesa.

Produção ao ar livre

A produção de framboesa ao ar livre está inteiramente dependente das condições climáticas onde a planta se encontra inserida. Uma vez que a framboeseira requer temperaturas reduzidas durante o inverno para que ocorra a quebra da dormência dos gomos e, durante o Verão, temperatura amena e humidade relativa elevada. Por estes mesmos motivos, a produção ao ar livre em Portugal é vestigial (AJAP, 2017).

Produção em túnel

A utilização de túneis para a cultura da framboesa é a técnica de produção mais utilizada em Portugal (AJAP, 2017) uma vez que desta forma tanto as plantas como os frutos se encontram mais protegidos de fatores climáticos pouco vantajosos para a cultura (de acordo com a altura do ano em que se pretende produzir), como por exemplo, do excesso de calor e stress hídrico (Meena et al., 2014, Tinyane et al., 2015), da radiação solar excessiva, do vento, chuva e granizo (Ilić et al., 2012). Esta técnica de produção permite ainda a produção de framboesa fora da época normal fazendo com que Portugal beneficie de preços comercialmente mais competitivos e favoráveis.

O excesso de radiação conduz as plantas à fotoinibição e ao fecho dos estomas resultando numa redução da fotossíntese líquida sendo esta a principal fonte de carbono para o crescimento (Sivakumar, D., & Jifon, J., 2018). Recorrendo à utilização de túneis controla-se eficazmente o meio de crescimento das plantas (Dale, 2012) e, desta forma, é possível obter explorações mais produtivas e com frutos de melhor qualidade, conduzindo a um valor comercial superior.

Segundo Palonen et al. (2017) a produção de framboesas em túneis de polietileno permite aumentar a produtividade da planta não alterando as propriedades bioativas do fruto (compostos fenólicos e atividade de antioxidantes) e produzir fora da estação ou em locais que inicialmente não seriam os indicados para o crescimento da planta, no entanto, verifica-se uma redução do grau Brix e na acidez da framboesa.

Segundo Oliveira et al. (2002), em regiões com clima caracterizado por ter invernos amenos, é possível produzir framboesas durante todo o ano com um elevado grau de qualidade, elevado rendimento de fruta e valores de investimento mais reduzidos do que os normalmente exigidos nos países nórdicos. Há diversas técnicas disponíveis para os produtores, no entanto, são necessárias mais pesquisas para otimizá-las, neste caso estudar-se-á o efeito da utilização de redes fotoseletivas.

Produção precoce e tardia

Portugal beneficia de condições climáticas excecionais para a produção de framboesa em duas épocas diferentes (produção precoce e tardia) conseguindo, desta forma, preços competitivos. Para a produção precoce de primavera (março/abril) recorrem-se a *floricanes* (lançamentos de segundo ano previamente tratados pelo frio) e para a produção tardia de outono (setembro/outubro) recorrem-se a variedades remontantes (Oliveira et al., 2007).

2.1.7. Comercialização

O interesse por pequenos frutos tem vindo a aumentar ao longo do tempo e as condições edafoclimáticas de Portugal são bastante vantajosas para a sua produção.

O consumidor português, por norma, não procura framboesas para consumo regular uma vez que não tem o hábito de consumo e devido ao elevado custo de aquisição, razões pela qual a maioria da produção é destinada para o mercado internacional, em especial para países com maior poder económico e mais atenção para com os benefícios para a saúde que a framboesa apresenta.

Os produtores portugueses têm apostado nessa vantagem edafoclimática, produzindo cada vez mais ao longo dos anos, com exceção ao ano 2021 em que se verificou uma estabilização na curva de produção (INE 2022).

Com recurso ao Quadro 2 podemos verificar que os valores das exportações portuguesas de framboesa são bastante superiores às importações e que têm vindo a aumentar ao longo dos anos, refletindo-se numa grande entrada de capital no país.

Quadro 2 - Comércio internacional de framboesa em Portugal, 2013-2019. (Fonte: GPP)

Produto	Unidade	Fluxo	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*
Framboesa	Quantidade (tonelada)	Entradas	91	61	134	352	661	944	327
		Saídas	3 738	8 493	10 302	14 107	19 145	23 173	26 129
		Saldo	3 647	8 432	10 168	13 755	18 483	22 229	25 801
	Valor (1000 EUR)	Entradas	260	451	930	2 619	4 572	7 054	2 063
		Saídas	28 832	64 957	79 787	106 025	130 148	160 282	181 489
		Saldo	28 572	64 506	78 857	103 406	125 576	153 229	179 425

Com recurso ao Quadro 3 podemos verificar os valores das exportações portuguesas de framboesa para a União Europeia (UE) e para Países terceiros, verifica-se uma crescente procura do produto na Europa.

Quadro 3 - Destinos das exportações de framboesa de Portugal, 2013-2019. (Fonte: GPP)

Produto	Unidade	Fluxo	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*
Framboesa	Quantidade (tonelada)	UE	3 735	8 487	10 296	14 088	19 142	23 169	26 128
		Países terceiros	2	5	6	19	2	4	1
		Total	3 738	8 493	10 302	14 107	19 145	23 173	26 129
	Valor (1000 EUR)	UE	28 810	64 904	79 727	105 958	130 126	160 240	181 478
		Países terceiros	22	53	60	67	22	43	10
		Total	28 832	64 957	79 787	106 025	130 148	160 282	181 489

Segundo um estudo de mercado realizado pela empresa Consulai em 2014 relativamente aos pequenos frutos podemos verificar que os principais países importadores de framboesas provenientes de Portugal são a Holanda, Espanha, França e o Reino Unido. Tendo em conta que as exportações têm vindo a aumentar ao longo dos anos, especialmente após 2013, é importante ter em atenção que estes dados podem não ser demonstrativos da atual realidade.

2.2. Redes fotoseletivas

São diversos os fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas: nutrientes, solo, água, temperatura, humidade relativa do ar, concentração de dióxido de carbono e luz. A quantidade, qualidade e periodicidade da luz influenciam o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas, tal facto é visível através de diversos fatores como a floração, alongação e orientação da planta, tamanho das folhas, desenvolvimento radicular, entre outros (Pinho, P., Halonen, L., 2017). Enquanto a intensidade da luz influencia principalmente a fotossíntese da planta, os espectros de luz causam respostas fotomorfogénicas na planta (Hemming, 2011)

As redes fotoseletivas são redes nas quais foram adicionados aditivos cromáticos dispersivos e refletivos da luz (Shahak et al., 2008) provocando, desta forma, uma alteração da quantidade e qualidade da radiação solar que chega às plantas (Aras & Esitken, 2019). Estas foram projetadas não só para filtrar diferentes bandas espectrais da radiação solar, como também para converter a luz direta em luz difusa (Shahak, 2008). Segundo Shahak et al. (2009) a manipulação espectral tem como objetivo promover respostas fisiológicas específicas desejadas pelo produtor, enquanto que a dispersão da luz melhora a penetração da luz na copa da cultura.

Em 2018, Ilić et al. confirmam que a utilização de redes fotoseletivas afeta parâmetros fisiológicos relacionados com o crescimento vegetal, a estrutura do tecido das plantas, com a qualidade da fruta e com a incidência de pragas e doenças, alterando, desta forma, o tempo de vida útil dos produtos. Na compra das redes de ensombramento coloridas fotoseletivas é necessário ter em conta a localização da exploração e as condições específicas de cultivo, inclusive culturais (Tinyane et al., 2018). Stamps (2009) evidencia ainda que há vários fatores a considerar no que diz respeito ao uso de redes fotoseletivas para além dos efeitos que provoca na produção. O uso de redes fotoseletivas pode ser responsável pela presença e/ou ausência de microorganismos, conduzindo a uma maior necessidade de se realizarem determinados tratamentos, pode também afetar a capacidade do trabalhador de discernir o grau de maturação da fruta na altura da colheita, entre outros.

Segundo Silvakumar et al. (2018) aumentar-se-iam os rendimentos das explorações com a utilização de redes de ensombramento coloridas fotoseletivas uma vez que, para além

de protegerem a cultura de condições ambientais excessivas (radiação solar excessiva), modificam a qualidade da luz e o microclima, conduzindo a efeitos na planta e no fruto que podem ser benéficos para o produtor.

Stamps (2009) idealiza que as redes fotoseletivas são uma ferramenta com potencial para o uso em horticultura, afirma, no entanto, que os efeitos que estas provocam nas plantas pode variar com as condições de produção e que a resposta pode ser diferente entre cultivares.

As redes fotoseletivas coloridas têm sido testadas principalmente devido à sua capacidade de manipular os espectros de radiação que atingem as culturas. A cor da rede influencia a distribuição espectral da radiação na medida em que absorve a sua cor complementar (Hemming, 2011). Até ao momento podem encontrar-se redes com diversas percentagens de ensombramento e colometrias como por exemplo, cinzentas, vermelhas, azuis, branco/pérola, verdes e amarelas. No que diz respeito às redes azuis verifica-se um aumento da passagem de radiação na região da radiação *far-red* (mais de 730nm), provocando um aumento no rácio *red:far-red* e, desta forma, provoca alterações nas plantas que serão explicadas de seguida. Relativamente às redes vermelhas, verifica-se um aumento do fluxo de fotões a partir do 590nm (Tafuya et al., 2018).

2.2.1. Resposta fisiológica das plantas à luz

A radiação, para as plantas, é um dos principais fatores de produção uma vez que influencia a transpiração e determina a realização de fotossíntese, desta forma afeta a quantidade de carbono que é encaminhado para as diferentes partes da planta e, conseqüentemente, o desenvolvimento desta (Mota et al., 2020). A luz possui propriedades de partícula e propriedades de onda. Como partícula, denominado fotão, está associada a uma energia (quantum) e, como onda, é caracterizada por um comprimento de onda (λ) e uma frequência (ν) (Taiz et al., 2002).

Para a realização da fotossíntese as plantas utilizam essencialmente os fotões de comprimento de onda entre os 400 e os 700 nm (radiação fotossinteticamente ativa – PAR).

A luz é captada pelas plantas através de fotoreceptores, induzindo diferentes comportamentos consoante a radiação que recebem. As redes de sombra coloridas têm vindo a ser cada vez mais estudadas uma vez que têm a capacidade de alterar o espectro de radiação que atinge a cultura. Podem ser utilizadas para alterar o rácio *Red:Far-Red* por meio da ativação dos fitocromos e alterar a radiação disponível para ativar os fotoreceptores azul/ultravioleta-A (Stamps, 2009).

O fitocromo é um pigmento proteico fotoreceptor responsável por diversos estímulos que medeiam o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, absorve radiação na zona do vermelho (600-700nm) e do vermelho distante (700-800 nm) (Runkle, E., & Heins, R., 2001). A receção da radiação R/FR pelas plantas ocorre através do fitocromo (P), este pode ser induzido a mudar de Pr (forma de absorção da radiação vermelha) para Pfr (forma de absorção da radiação '*Far Red*') quando exposto a radiação vermelha (600-700nm) ou a radiação far-red (700-800nm), respetivamente. Uma redução no rácio R/FR promove um aumento da concentração relativa de Pr e vice-versa, fazendo com que a planta reaja a este estímulo (Runkle, E., & Heins, R., 2001). O alongamento da planta e tamanho das folhas aumenta à medida que a quantidade de radiação *far-red* aumenta face à radiação vermelha. O rácio R/FR exerce desta forma influência sob a germinação, a floração e respostas morfológicas da planta face à qualidade da luz.

A radiação azul e ultravioleta-A (320-400nm) são recebidas por fotoreceptores denominados criptocromos. Os criptocromos são proteínas (flavoproteínas) sensíveis à luz azul, codificadas pelos genes *cry1* e *cry2*, que promovem a produção de antocianinas e alongamento celular. Desta forma regulam mecanismos relacionados com a quantidade e direção da luz como o fototropismo, fotomorfogénese e o movimento dos estomas e folhas e com o desenvolvimento das plantas. (Cashmore et al., 1999, Mota et al., 2020).

No que diz respeito aos ensaios realizados com materiais fotoseletivos, encontram-se complicações ao distinguir os efeitos relacionados com a mudança na intensidade da luz e os efeitos provocados por mudanças no espectro da luz, uma vez estes estarem também dependentes do clima da região, da espécie e variedade produzida e das condições de crescimento da cultura (Hemming, 2011).

2.2.2. Efeito das redes fotoseletivas em algumas culturas

Em morangos, Takeda et al. (2010) testaram o efeito que redes fotoseletivas azuis e vermelhas teriam na floração quando comparadas com um controlo sem rede. A plantação ocorreu em agosto e no controlo (sem rede) verificou-se o início da floração no final de setembro, ocorrendo a produção de outubro a janeiro. Já os morangueiros plantados sob o efeito de redes de sombra vermelhas ou azuis não começaram a florir até estas serem retiradas, sugerindo que as redes fotoseletivas bloquearam o sinal luminoso que dava início à floração.

Em mirtilo, Retamales et al. (2008) verificaram que as redes fotoseletivas provocaram uma redução da radiação PAR que chegava às plantas, não resultando em alterações no comprimento dos entrenós e dos lançamentos, no entanto, em alguns casos (consoante a cor utilizada) verificou-se um aumento do tamanho da folha. A temperatura e humidade do ar e solo também não sofreram alterações por influência da cor. No que diz respeito à produtividade, a influência de redes vermelhas conduziu a um aumento de produção, tendo afetado o número de frutos por planta, o tamanho e teor de sólidos solúveis no fruto não sofreram alterações.

Em tomate verificou-se um aumento na produtividade das plantas com a utilização de redes fotoseletivas vermelhas. O sombreamento provocou uma redução no aparecimento de queimaduras e rachas no tomate, enquanto a cor vermelha provocou um aumento no teor de licopeno e uma redução no teor de β -caroteno (Ilíc et al., 2012). A conjugação do ensombramento com a cor da rede resultou num maior rendimento da cultura.

3. Material e métodos

3.1. Localização

Os ensaios de campo decorreram na empresa The Summer Berry Company Portugal (37°37'35"N, 8°45'54"W, Alt. 61 m) localizada na Herdade dos Almeidans, freguesia de Almogrove, concelho de Odemira, distrito de Beja, entre Abril e Agosto de 2021.

O local onde o ensaio teve lugar possui uma caracterização climática, segundo Köppen e Geiger, de Csb (clima mediterrânico de verão seco e temperado) (Barceló et al., 2009; Kottek et al., 2006), contando com uma temperatura média anual de 17,5 °C e com uma pluviosidade média anual de cerca de 500-600 mm (Barceló et al., 2009).

3.2. Material vegetal

Para a realização do ensaio recorreram-se a lançamentos de framboeseira da variedade BerryWorld Diamond Jubilee, adquiridas do viveiro inglês Kives, plantadas entre 17 e 21 de Abril de 2021 em vasos de 5 litros contendo substrato de fibra de côco tamponizado.

Trata-se de uma variedade remontante que possui caracteristicamente porte ereto e tem capacidade para atingir cerca de 2 a 2,5 metros de altura (consoante as condições de desenvolvimento). Dá origem a um fruto com cerca de 5 gramas, apelativo para o consumidor uma vez que combina peso e dimensões significativas, apresenta uma tonalidade forte e baixa acidez e, devido à firmeza da sua epiderme, apresenta um período de armazenamento prolongado, chegando ao consumidor sem danos provocados pelo transporte e armazenamento (Vinson et al., 2013). Após a colheita, as plantas são enviadas para câmaras frigoríficas onde permanecem até atingirem as horas de frio que necessitam para quebrar a dormência dos gomos. Após o período de dormência as plantas são replantadas para originarem uma segunda produção (*floricane*) como é o caso do ensaio de campo em questão.

3.3. Coberturas

Recorreu-se à utilização de redes de polietileno virgem de alta densidade (HDPE) da marca Cotexa para a condução do ensaio. Duas redes fotoseletivas, uma vermelha e uma azul, e, como controlo do ensaio, uma rede cinzenta, todas com 40% de ensombramento. As redes foram colocadas em 3 setores/hectares ($37^{\circ}37'07''\text{N}$, $8^{\circ}45'19''\text{W}$, Alt. 62m), contando cada um com 20 túneis de polietileno. Estes apresentam um comprimento de 60 metros e uma largura de 8,5 metros e encontram-se orientados de Norte para Sul. Um túnel isoladamente conta com 3 linhas de produção e um espaço de entrelinha de 1,8 metros.



Figura 1 - Redes vermelha e azul sobre os túneis de polietileno.

3.4. Condução do ensaio experimental

Iniciou-se o ensaio com a plantação, em 3 setores/hectares, de 5 lançamentos por metro linear, somando um total de 900 plantas por túnel, entre dia 17 e 21 de Abril. Após a plantação os lançamentos são submetidos a um corte, denominado *tipping*, para manter uma altura média de 1,5 metros.

De seguida, a 13 de Maio, procedeu-se à colocação das redes segundo o esquema da Figura 2.

Neste mesmo dia foram também colocados 3 loggers a 1,5 metros de altura do solo para motorização a cada 10 minutos da temperatura e humidade relativa dentro dos túneis sob influência das redes. Estes foram posicionados a 30 metros da entrada do túnel do meio de cada um dos blocos e no setor intermédio para maior representatividade das medições para os restantes setores (Figura 2).

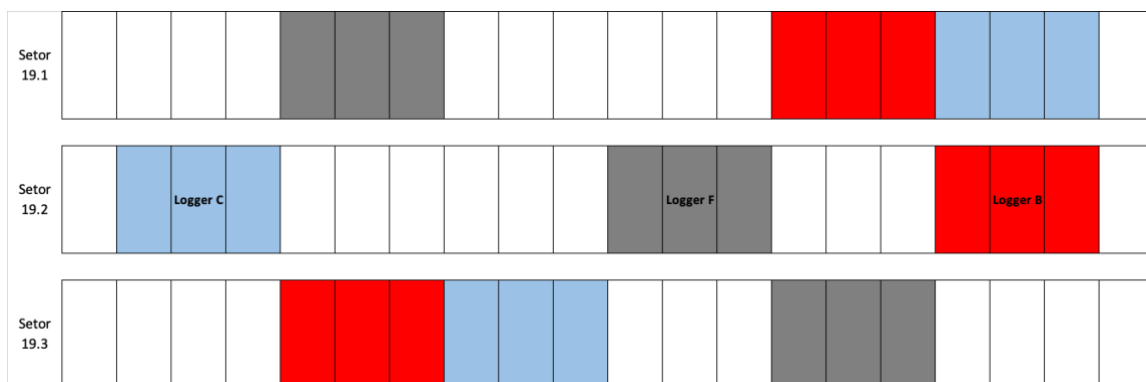


Figura 2 – Esquema de colocação dos loggers e das redes em cada túnel dos 3 hectares do ensaio experimental.

Para cada bloco de produção criaram-se códigos e contabilizaram-se o número de lançamentos por metro linear segundo o Quadro 4.

Quadro 4 - Descrição da plantação por bloco do ensaio experimental.

Setor	Rede	Código	Plantas/metro linear	Metros lineares	Nº plantas	Área de rede (m ²)
19.1	Vermelha	B1	5	540	2700	650
	Azul	C1	5	540	2700	650
	Cinzenta	F1	5	540	2700	650
19.2	Vermelha	B2	5	540	2700	650
	Azul	C2	5	540	2700	650
	Cinzenta	F2	5	540	2700	650
19.3	Vermelha	B3	5	540	2700	650
	Azul	C3	5	540	2700	650
	Cinzenta	F3	5	540	2700	650

Por observação da Figura 2 podemos verificar que cada uma das redes foi colocada em 3 túneis seguidos (formando um bloco) e que foram realizadas 3 repetições, uma em cada setor/hectare.

As plantas do ensaio seguiram as práticas de produção e de manejo usuais do produtor, isto é, rega gota-a-gota diferenciada entre setores de forma a manter a capacidade de campo, fertilização equilibrada com valores de eletrocondutividade (EC) na solução solo entre 1,8 e 2 mS/cm e tratamentos fitossanitários de acordo com as necessidades da cultura, bem como práticas culturais necessárias para o correto desenvolvimento das plantas.

Três semanas após a plantação foi necessário proceder-se à remoção manual de rebentos das raízes (*spwans*) uma vez que estes promoviam um deficiente arejamento da canópia bem como retiram energia e luminosidade às plantas e despromoviam a uniformidade dos setores a nível de consumo de água.

Como ditam as práticas de produção da empresa, quando os setores apresentaram 20-30% de floração, e tendo em conta a altura do ano em que estas se desenvolveram, procedeu-se à colocação de 8 colmeias de abelhas por hectare, somando um total de 24 colmeias para os 3 hectares em estudo.

3.4.1. Registos e observações no campo

Por túnel de produção procedeu-se à contagem de lançamentos mortos como forma de se adaptar a produção obtida ao número efetivo de lançamentos. Por bloco foram também selecionadas 18 lançamentos do túnel que se encontravam numa zona intermédia do túnel (somando um total de 54 lançamentos por tipo de rede) que foram sujeitas à contagem do número de gomos e número de gomos abrolhados duas semanas após a plantação e, após o final da colheita, número de laterais, flores, flores abortadas, frutos colhidos e lançamentos mortos.

Como forma de monitorizar alterações de pH e eletrocondutividade da água que é fornecida às plantas e da água que estas drenam, criaram-se estações de drenagem para cada um dos blocos do ensaio. Desta forma foi também possível verificar diferenças no consumo de água consoante a rede a que as plantas estavam submetidas.

Foram também realizadas medições do ambiente luminoso com recurso a um espetroradiómetro (Apogee Instruments SS-110) com o objetivo de captar alterações no espectro, isto é, na densidade de fluxo de fotões ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) dentro do túnel. Para tal foram realizadas 3 medições por tratamento, uma por bloco, ao meio-dia solar, num dia de céu limpo.

Para se verificar a influência que as redes fotoseletivas poderiam ter na presença de abelhas dentro dos túneis e, conseqüentemente, na polinização das flores, procedeu-se a uma contagem do número de abelhas (3 vezes por tratamento). Para tal contabilizou-se em 5 flores o número de visitas por abelhas que estas receberam ao longo de 5 minutos.

Colheita

A colheita realizou-se manualmente e em intervalos de 48 horas, tendo esta decorrido entre 07 de Julho e 16 de Agosto.

A cada colheita registou-se o *picking speed* (velocidade de colheita), a produção de fruta comercializável, a produtividade por bloco de ensaio e a quantidade de fruta de refugo (não comercializável), isto é, quantidade de fruta submadura, de baixo calibre, fruta com vestígios de pragas e doenças e/ou frutos deformados.

Procedeu-se também à avaliação de parâmetros físico-químicos como o diâmetro (maior e menor), altura, peso (uso da denominação “peso” por ser comumente utilizada na empresa e setor de produção), cor, teor de sólidos solúveis (TSS), pH, acidez titulável (AT), fenóis totais, vitamina C e período de armazenamento (número de dias que a fruta esteve em câmara frigorífica e que ainda se encontra própria para venda e consumo).

Para a obtenção dos valores de diâmetro maior e menor e da altura dos frutos recorreu-se a um paquímetro digital (ALPA MEGAtry EVO IP67).

As pesagens foram realizadas com recurso a uma balança com precisão de 0,01 g ao longo da colheita (ADAM equipments SAB 225i).

Para medição da cor utilizou-se um colorímetro (CR-300, Minolta, Japão) e foram realizadas 2 medições por framboesa em lados opostos do fruto. O colorímetro utiliza um sistema de organização da cor, o CIELAB, um sistema tridimensional que retribui valores de L^* , a^* e b^* , isto é, de brilho, vermelho/verde e amarelo/azul respetivamente, demonstrado na Figura 3.

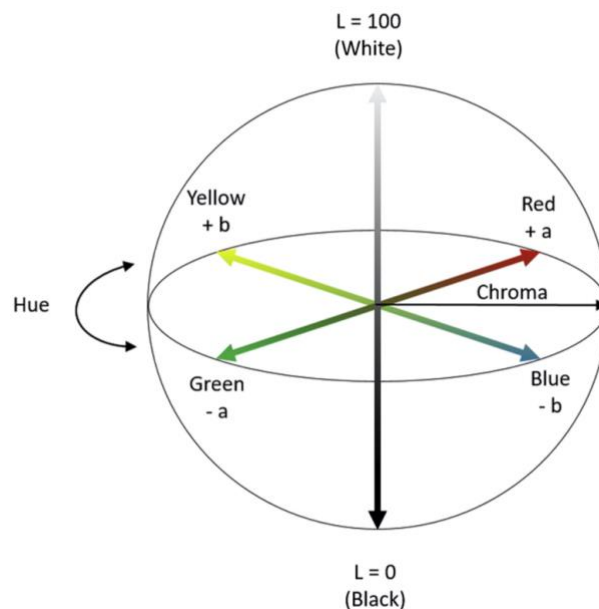


Figura 3 - Sistema espacial de organização de cor CIELAB (Ly et al., 2020).

A manipulação dos valores de L^* , a^* e b^* retribui valores de intensidade da cor (C^*) e de tonalidade (h^*) recorrendo às seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)$$

$$h^* = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

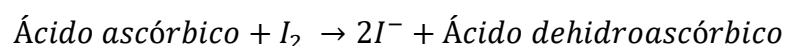
Para determinar o conteúdo de fenóis totais de cada amostra utilizou-se o sumo de 10 frutos e procedeu-se a uma diluição de 1:10 (100 ml de sumo para 900 ml de água). De seguida introduziram-se as amostras num espectrofotómetro (GeneQuant pro, RNA/DNA Calculator), fazendo-se a leitura da absorvância de 280 nm.

Para a determinação do teor de sólidos solúveis (TSS) recorreu-se à utilização de um refratómetro digital (PAL-1, ATAGO, Japão) em que se procedeu a 2 medições contendo 15 frutos cada. Para tal, os frutos sofreram um processo de maceração, recorrendo a um almofariz e a um pilão, com o objetivo de separar a polpa do líquido, sendo este último o utilizado para a realização das medições. Para medição do pH foi utilizado um medidor de pH (Jenway pH Meter 3505).

Para determinação da acidez titulável (AT), adicionaram-se 10 mL de água destilada em 10mL de polpa de framboesa. De seguida recorreu-se a um titulador manual e procedeu-se a uma titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 M até se atingir um pH igual a 8,1. Registou-se o volume de NaOH despendido para o efeito e converteu-se em acidez total (teor de ácido cítrico).

$$AT = Vol NaOH \times 0,64$$

Para a determinação da vitamina C (ácido ascórbico) nos frutos utilizou-se o método do iodo. Este método consiste em determinar a concentração de vitamina C numa solução por uma titulação redox usando uma solução de iodo. Como o iodo é adicionado durante a titulação, o ácido ascórbico é oxidado a ácido dehidroascórbico, enquanto o iodo é reduzido a iões iodeto segundo a seguinte equação:



Desta forma, enquanto houver ácido ascórbico presente, o iodo é imediatamente convertido a iodeto. Quando o ácido ascórbico estiver todo oxidado, o iodo em excesso fica livre para reagir com o indicador de amido, formando o complexo azul-negro de amido-iodo. Este é o ponto final da titulação.

Para o efeito preparou-se uma solução 0,005 M de iodo (titulante) juntando-se 0,21 g de iodeto de potássio (KI) e 0,13 g de palhetas de iodo a 100 ml de água. De seguida preparou-se uma solução indicadora de amido a 0,5% (dissolvendo-se, aquecendo, 0,025 g de amido solúvel a 5 ml de água). O titulado será então constituído por 15 ml de água, 100 µl de solução de amido e 2 ml de sumo de cada amostra.

Análise sensorial

O perfil sensorial das framboesas com diferentes tratamentos foi realizado a 26 de Julho de 2021 por um painel constituído por 12 provadores treinados com recurso a uma ficha de prova (ANEXO A). As provas decorreram num laboratório equipado para a análise sensorial segundo as normas ISO 6658:2017. A metodologia utilizada baseou-se numa Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) que permitiu o desenvolvimento do perfil sensorial dos frutos sujeitos a diferentes tratamentos com descritores apropriados para todos os parâmetros organoléticos avaliados. A intensidade de 10 atributos de qualidade (cor, intensidade de odor, intensidade do gosto, gosto doce, gosto ácido, gosto amargo, adstringência, sabor a framboesa, firmeza e suculência) foi avaliada de acordo com uma escala de 5 pontos (sendo 1 uma intensidade mais reduzida e 5 uma intensidade mais elevada) (ISO 4121:2003). Por tratamento serviram-se 2 amostras à temperatura ambiente.

3.5. Tratamento de dados

O efeito que as diferentes redes fotoseletivas provocaram nas variáveis resposta foi avaliado com recurso a um teste de análise de variância (ANOVA), seguindo-se o teste de Tukey (ambos com $\alpha=0,05$) para separação de grupos com médias significativamente diferentes. Variáveis de natureza discreta foram transformadas em contínuas, fazendo a raiz quadrada dos valores. O tratamento estatístico foi realizado com recurso ao *software* R (<https://www.r-project.org/>).

4. Resultados

4.1. Análise de temperatura dos túneis

Na Figura 4 podem verificar-se as temperaturas mínimas, médias e máximas diárias no interior dos túneis no decorrer do ensaio. Os dados foram retirados com recurso a *loggers* HOBO MX2301 que se encontravam presos ao sistema de suporte da cultura, localizados a 30 metros da entrada do túnel e na linha de plantação intermédia.

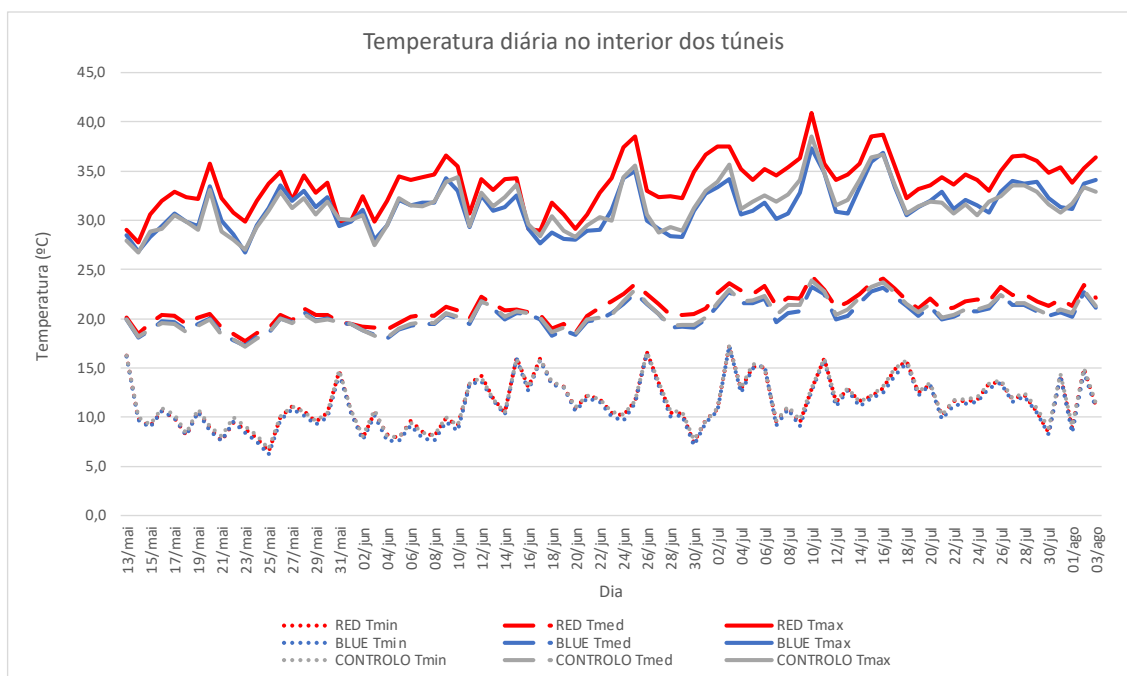


Figura 4 - Temperatura diária no interior dos túneis no decorrer do ensaio.

No que diz respeito à temperatura máxima, verifica-se, com base na Figura 4, que a rede vermelha criou constantemente um ambiente com temperaturas mais elevadas que a rede azul e a rede cinzenta. No entanto observa-se que a temperatura mínima não sofreu alterações provocadas pela cor das redes.

Procedeu-se a uma análise estatística para verificar se as diferenças seriam significativas. Por análise do Quadro 5 pode verificar-se que a rede vermelha (B) apresenta temperaturas

máximas e médias significativamente superiores que as redes azul (C) e cinzenta (F) para $n = 83$, tal facto veio a informação e análise da Figura 4.

Quadro 5 - Temperatura média mínima, média e máxima no interior dos túneis.

Temperatura no interior do túnel			
Tratamento	Tmin média (°C)	Tmed média (°C)	Tmax média (°C)
Vermelha	11,44 a	21,06 a	33,77 a
Azul	11,18 a	20,26 b	31,34 b
Cinzenta (controlo)	11,55 a	20,44 b	31,49 b

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

4.2. Análise do ambiente luminoso

Na Figura 5 podem verificar-se as curvas de densidade média do fluxo de fotões (DFF) de cada tratamento e de um controlo sem rede. Para tal fizeram-se 3 medições por tratamento com recurso ao espectralradiómetro Apogee Instruments SS-110 ao meio-dia solar num dia de céu limpo de forma a reduzir erros de leitura.

Por observação da Figura 5 pode afirmar-se que as redes juntamente com o polietileno dos túneis provocaram uma menor DFF quando comparadas com a medição ao ar livre, resultado que seria de esperar tendo em conta que a utilização destas provoca um ensombramento de cerca de 40% às plantas. Verifica-se também que a rede vermelha é que a que permite uma maior densidade de fluxo de fotões no interior do túnel, seguida da cinzenta e da azul. A Figura 5 evidencia também que a rede azul provoca uma redução da DFF na gama dos 540 e os 620 nm e um aumento a partir dos 770 nm de comprimento de onda, comportamento tal contrário ao que acontece com as restantes redes.

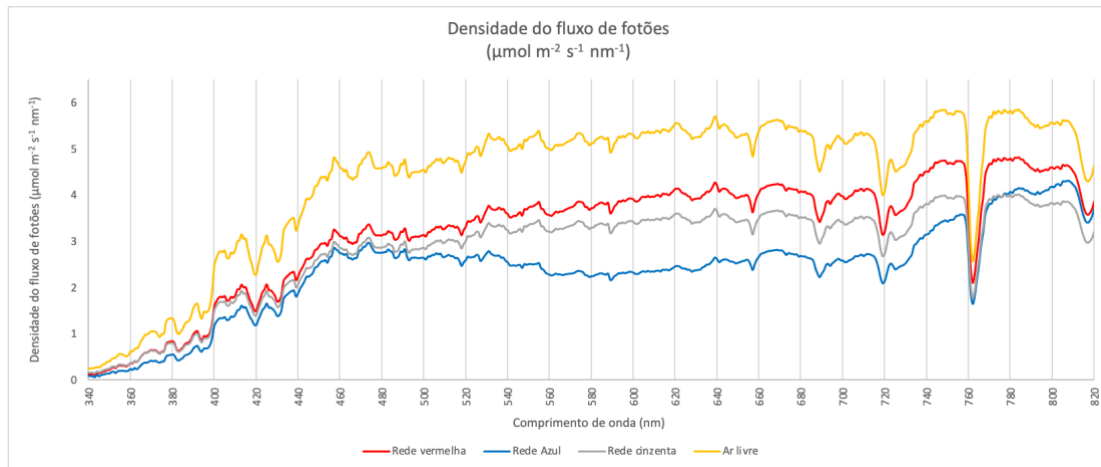


Figura 5 - Densidade média do fluxo de fótons para cada tratamento medido pelo espectroradiómetro.

No Quadro 6 é apresentada a densidade de fluxo de fótons total entre os 340 e os 820 nm de comprimento de onda para cada tratamento. Verifica-se uma diferença significativa da utilização única de plástico para as redes azul e cinzenta, no entanto, entre redes não se verificam diferenças significativas para $n = 481$.

Quadro 6 - Densidade de fluxo de fótons total, entre os 340 e os 820nm de comprimento de onda.

Densidade de fluxo de fótons total	
Tratamento	Média ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Vermelha	1563,43 ab
Azul	1143,44 b
Cinzenta (controlo)	1369,96 b
Ar livre	2109,25 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No Quadro 7 são apresentadas as frações PAR para cada tratamento. Obteve-se este parâmetro através da divisão da densidade de fluxo de fotões fotossinteticamente ativos pela densidade de fluxo de fotões total do espectro medido, isto é:

$$\text{Fração PAR} = \frac{\int_{400nm}^{700nm} DFF}{\int_{340nm}^{820nm} DFF}$$

Os resultados evidenciam uma maior eficiência aquando da não utilização de redes, seguida da utilização de redes cinzentas, vermelhas e azuis. No local verificou-se um atraso do início da produção para a rede azul comparativamente com as restantes redes, facto tal que é compatível com os resultados apresentados.

Quadro 7 - Fração PAR para cada tratamento.

Fração PAR	
Tratamento	Média
Vermelha	0,653 c
Azul	0,630 d
Cinzenta (controlo)	0,664 b
Ar livre	0,677 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No Quadro 8 está apresentado o rácio R/FR para os diferentes tratamentos. Quando maior for o rácio, maior será a quantidade de radiação vermelha que atravessa a rede e, consequentemente, menor será a necessidade da planta de se alongar. Contrariamente, quando menor for o rácio R/FR, maior será a quantidade de radiação *far-red* a atravessar a rede, provocando um alongamento da planta.

Por observação do Quadro 8 verifica-se, para $n = 201$, um rácio R/FR significativamente inferior para a rede azul, evidenciando uma maior quantidade de radiação *far-red* que

atravessa a rede e promovendo visivelmente um alongamento da planta e um atraso na floração desta.

Quadro 8 - Rácio da radiação R/FR por tratamento.

R/FR	
Tratamento	Média
Vermelha	0,978 b
Azul	0,906 c
Cinzenta (controlo)	1,001 b
Ar livre	1,039 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Os resultados demonstram um atraso da rede azul comparativamente com as restantes redes, justificado pela menor radiação PAR que a atravessa e pelo rácio inferior de radiação R/FR.

Para uma avaliação mais minuciosa do efeito que as redes teriam na radiação encontrada no interior do túnel, procedeu-se a uma divisão da densidade do fluxo de fótons para cada tipo de radiação, resultando no Quadro 9. Por análise deste é verifica-se que as redes imprimem um comportamento diferencial na radiação que as atravessa, destacando-se a rede azul que apresenta constantemente uma densidade de fluxo de fótons significativamente inferior para cada tipo de radiação quando comparada com as redes vermelha e cinzenta.

Quadro 9 - Densidade do fluxo de fótons no interior do túnel para cada radiação e tratamento.

Tratamento	DFF por radiação ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)							
	UV	Violeta	Azul	Verde	Amarelo	Laranja	Vermelho	IF
Vermelha	16,2 b	119,0 b	140,0 b	261,7 b	75,5 b	117,8 ab	524,0 ab	309,1 ab
Azul	10,4 c	94,0 b	122,7 b	191,9 b	45,8 c	70,1 c	343,1 b	265,6 b
Cinzenta	16,3 b	110,8 b	128,3 b	236,5 b	67,0 bc	103,0 bc	450,2 b	257,9 b
Ar livre	27,3 a	181,0 a	205,9 a	371,5 a	104,14 a	159,6 a	684,2 a	375,7 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

4.3.Colometria das redes

Numa fase inicial da instalação da cultura no campo as redes apresentavam grande influência no ambiente luminoso no interior do túnel como podemos verificar com recurso à Figura 6.



Figura 6 - Fotografias tiradas a 19 de Maio no interior de um túnel coberto pela rede de ensombramento vermelha.

Gradualmente foi-se verificando uma perda da cor vermelha que não se verificou na rede azul, retratada a 15 de Junho pela Figura 7.



Figura 7 - Fotografias tiradas a 15 de Junho das redes de ensombramento vermelha e azul.

Cerca de dois meses após a instalação das redes de ensombramento verificou-se uma redução drástica na colometria e alteração do ambiente luminoso no interior dos túneis onde se encontravam instaladas as redes vermelhas enquanto as redes azuis mantiveram a sua colometria, como podemos verificar com recurso à Figura 8.



Figura 8 - Imagem aérea do local do ensaio, fotografia tirada a 30 de Junho de 2021 (Origem:<https://maps.equatorstudios.com/>).

4.4. Parâmetros biométricos

A biometria dos lançamentos, consoante as redes a que foram submetidas, foi analisada em termos do número de gomos por lançamento e número de laterais, comprimento dos laterais e do número de flores e flores abortadas. As medições obtidas para cada um dos parâmetros biométricos foram sujeitas à ANOVA seguindo-se o teste de Tukey, cujos resultados se encontram respetivamente resumidos nos quadros 10 a 13.

No que diz respeito ao número de gomos por lançamento é necessário ter em conta que este parâmetro não é influenciado pelo uso das redes tendo em conta que é um parâmetro que se encontra determinado no ano anterior à colocação das plantas no campo e que, portanto, pode unicamente influenciar a planta a nível de produtividade.

Por análise do Quadro 10 verificam-se diferenças significativas, embora pouco relevantes, para $n = 54$ entre os lançamentos do tratamento com redes azuis e com redes vermelhas à saída das câmaras, podendo reduzir ligeiramente o potencial produtivo dos lançamentos do tratamento com redes vermelhas.

Quadro 10 - Número médio de gomos por lançamento.

Nº de gomos por lançamento	
Tratamento	Média
Vermelha	23,56 b
Azul	24,98 a
Cinzenta (controlo)	24,37 ab

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Relativamente ao número de laterais por lançamento (Quadro 11) pode afirmar-se que não há diferenças significativas entre tratamentos, resultado este serve de base sólida para dar início ao ensaio colocando o potencial produtivo efetivo dos lançamentos a um nível idêntico entre tratamentos.

Quadro 11 - Número médio de laterais por lançamento.

Nº de laterais por lançamento	
Tratamento	Média
Vermelha	14,39 a
Azul	15,02 a
Cinzenta (controlo)	15,37 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

A medição do comprimento dos laterais ($n = 54$) foi realizada numa fase intermédia da cultura, aquando do aparecimento dos gomos florais, cujos resultados se encontram apresentados no Quadro 12. Na altura não se verificavam diferenças significativas entre os tratamentos, no entanto, já se verifica um comprimento ligeiramente superior nas plantas ensombradas pela rede azul. Tal diferença foi sendo visivelmente superior ao longo da cultura, verificando-se um comprimento de laterais superior comparativamente com as restantes redes aquando do fim da cultura.

Quadro 12 - Comprimento médio dos laterais (metros).

Comprimento dos laterais	
Tratamento	Média (m)
Vermelha	0,87 a
Azul	1,07 a
Cinzenta (controlo)	0,84 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No que diz respeito ao número médio de flores por lançamento e de flores abortadas (resultado este apresentado no Quadro 13) podemos verificar que o número de flores não foi significativamente influenciado pela cor das redes, no entanto, o número de flores abortadas foi significativamente superior em plantas ensombradas por redes azuis. Tal facto evidencia que as redes azuis poderão ter influenciado negativamente um aspeto relacionado com a polinização destas ou que a alteração da radiação provocada pelas redes conduziu a um aumento do aborto provocado pela planta.

Quadro 13 - Número médio de flores e flores abortadas por lançamento.

Tratamento	Nº de flores	Nº de flores abortadas
	Média	Média
Vermelha	362,65 a	50,61 b
Azul	358,89 a	79,43 a
Cinzenta (controlo)	365,72 a	61,04 b

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Para verificar diferenças na polinização procedeu-se à contagem do número de visitas por abelhas que 5 flores recebiam num período de 5 minutos. Os resultados encontram-se apresentados no Quadro 14:

Quadro 14 - Número médio de visitas por abelhas em 5 flores durante 5 minutos por tratamento.

Nº de visitas por abelhas	
Tratamento	Média
Vermelha	19,67 a
Azul	10,56 b
Cinzenta (controlo)	17,11 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

A análise estatística deteta diferenças significativas para a rede azul, cerca de 8 visitas a menos que as restantes redes num período de 5 minutos. Tal resultado pode explicar o maior aborto floral verificado para este tratamento.

Para uma melhor análise da produtividade por lançamento e alterações que as redes possam estar a provocar na sobrevivência da planta procedeu-se à contagem de lançamentos mortos, resultados estes apresentados no Quadro 15. Por análise do quadro verifica-se que a rede vermelha provocou cerca do dobro da morte de lançamentos quando comparadas com as redes azul e cinzenta.

Quadro 15 - Número e percentagem de lançamentos mortos por tratamento.

Nº de lançamentos mortos		
Tratamento	Soma	Percentagem
Vermelha	115 a	1,42 a
Azul	69 b	0,85 b
Cinzenta (controlo)	60 b	0,74 b

4.5. Parâmetros produtivos

De seguida, o Quadro 16 mostra os resultados obtidos no que diz respeito ao número médio de frutos colhidos e o número médio de frutos por colher por lançamento para cada tratamento. Em termos do número total de frutos colhidos, apesar dos lançamentos da rede azul terem em média menos 20-30 frutos, não se verificam diferenças significativas entre as diferentes cores de rede. No entanto, no que diz respeito ao número de frutos por colher, verifica-se que os lançamentos sob a influência das redes vermelhas apresentam uma grande quantidade de frutos que ainda permanecem por colher. Tal resultado poderá evidenciar uma maior capacidade produtiva influenciada pela utilização da rede vermelha.

Quadro 16 - Número médio de frutos colhidos e por colher por lançamento.

Tratamento	Nº frutos colhidos	Nº frutos por colher
	Média	Média
Vermelha	211,92 a	26,67 a
Azul	182,96 a	5,67 b
Cinzenta (controlo)	215,86 a	10,98 b

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Relativamente ao peso total colhido, apresentado no Quadro 17, verifica-se uma diferença significativamente inferior dos lançamentos sob a influência da rede azul comparativamente com as manipuladas pela rede vermelha e cinzenta. Também a análise do peso colhido por lançamento e por lançamento vivo evidenciou que os lançamentos das redes azuis foram significativamente menos produtivas.

Quadro 17 - Peso total e peso por lançamento colhido por tratamento.

Tratamento	Peso total	Peso colhido	Peso colhido por
	colhido	por lançamento	lançamento vivo
	Soma (Kg)	Média (Kg)	Média (Kg)
Vermelha	9193,3 a	1,135 a	1,151 a
Azul	7834,2 b	0,967 b	0,975 b
Cinzenta (controlo)	9153,6 a	1,130 a	1,139 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No Quadro 18 encontram-se apresentados os resultados relativos à velocidade de colheita por tratamento. Neste caso não se verificam diferenças significativas entre redes. O presente resultado demonstra que não houve alterações provocadas no despegamento do fruto do carpófero/receptáculo e na localização do fruto ao longo da planta e dos laterais.

Quadro 18 - Velocidade média de colheita por tratamento.

Velocidade de colheita	
Tratamento	Média (Kg/h)
Vermelha	4,98 a
Azul	4,98 a
Cinzenta (controlo)	5,10 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No que diz respeito ao peso total de refugo (Quadro 19), mais uma vez não se verificam diferenças significativas, pelo que as redes não influenciaram a quantidade de fruta de refugo, isto é, fruta submadura, de baixo calibre, com vestígios de pragas e doenças e/ou frutos deformados.

Quadro 19 - Peso total de refugo por tratamento.

Peso total de refugo	
Tratamento	Soma (Kg)
Vermelha	1482 a
Azul	1403 a
Cinzenta (controlo)	1490 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Verificam-se, no entanto, diferenças significativas no escalonamento da colheita tendo em conta o tratamento. A Figura 9 revela que a rede vermelha (B) alcançou, numa fase inicial, uma colheita consideravelmente superior comparativamente com as restantes redes. No entanto, numa fase intermédia a produção da rede cinzenta (F) destacou-se, permanecendo superior às restantes redes até ao final da colheita.

Por outro lado, tanto a rede azul (C) como a rede cinzenta (F) permitiram uma produção mais constante ao longo do período de colheita, sem variações bruscas ao longo do tempo. Uma produção constante ao longo do tempo é de elevado interesse uma vez que facilita a gestão da colheita.

Por observação do gráfico pode também afirmar-se que as plantas sob a influência da rede cinzenta poderiam ter terminado a colheita mais tarde, uma vez não se verificando um achatamento da curva de produção.

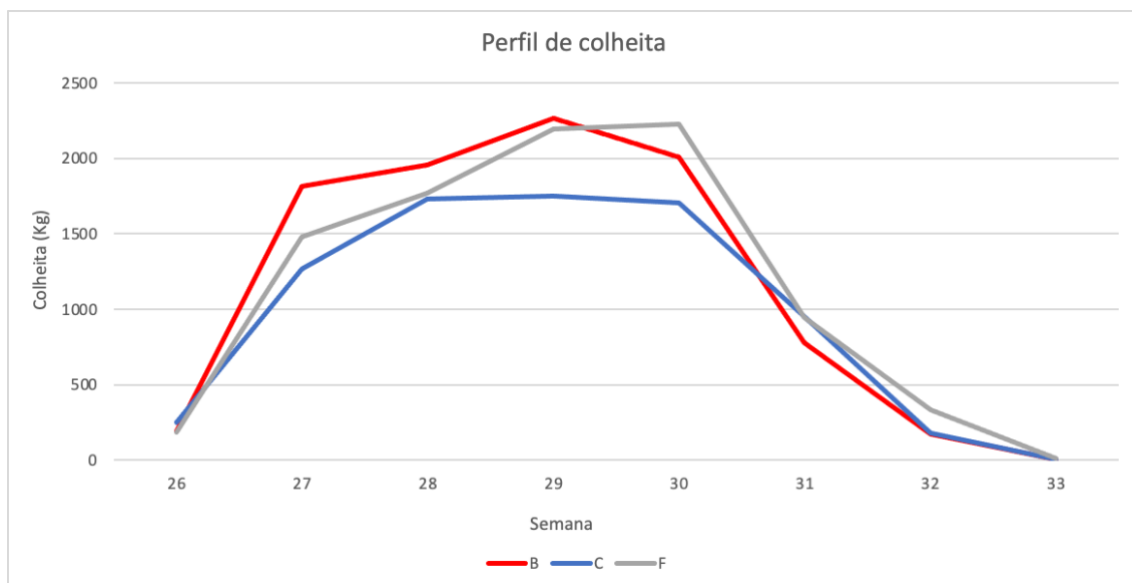


Figura 9 - Perfil de colheita para cada tratamento.

4.6. Consumo de água

Também o consumo de água por lançamento foi avaliado e os resultados encontram-se apresentados no Quadro 20. Não se verificaram diferenças significativas no consumo de água entre tratamentos para $n = 83$ dias.

Quadro 20 - Consumo total de água por lançamento por tratamento.

Consumo de água total por lançamento	
Tratamento	Soma (L)
Vermelha	111,11 a
Azul	96,42 a
Cinzenta (controlo)	106,56 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

4.7. Parâmetros de qualidade da fruta

Para avaliar as diferenças que as redes provocaram na qualidade da fruta verificou-se o peso, a altura, diâmetro maior e menor, cor, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, fenóis totais, vitamina C e período de armazenamento.

No que diz respeito ao peso e dimensões do fruto, por observação dos Quadros 21 e 22, verifica-se que as redes provocaram um efeito reduzido no fruto.

O peso e o diâmetro menor do fruto não apresentaram diferenças significativas entre redes. Apenas a altura e o diâmetro maior sugeriram que a rede cinzenta provoca uma redução destes parâmetros.

Quadro 21 - Peso médio da fruta por tratamento.

Peso da fruta	
Tratamento	Média (g)
Vermelha	5,26 a
Azul	5,29 a
Cinzenta (controlo)	5,24 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Quadro 22 – Altura, diâmetro maior e menor médios da fruta por tratamento.

	Altura da fruta	Diâmetro maior	Diâmetro menor
Tratamento	Média (mm)	Média (mm)	Média (mm)
Vermelha	20,26 a	20,80 a	18,75 a
Azul	20,43 a	20,75 a	18,95 a
Cinzenta (controlo)	19,56 b	20,12 b	18,71 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Para verificar diferenças de cor entre os frutos recorreu-se a um colorímetro para determinar valores de brilho (L*), intensidade da cor (C) e tonalidade (H). Por observação do Quadro 23 verifica-se que os frutos produzidos sob o efeito das redes vermelhas apresentam diferenças significativas no que diz respeito à cor. Obteve-se um fruto menos brilhante e com uma intensidade de cor e tonalidade inferiores comparativamente com os frutos das plantas das redes azul e cinzenta.

Quadro 23 – Brilho, intensidade da cor e tonalidade média dos frutos para cada tratamento.

	Brilho (L*)	Intensidade da cor (C)	Tonalidade (H)
Tratamento	Média	Média	Média
Vermelha	30,83 b	31,87 b	24,59 b
Azul	31,53 a	33,36 a	25,33 a
Cinzenta (controlo)	31,51 a	33,12 a	24,85 b

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No que diz respeito aos restantes parâmetros qualitativos, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, fenóis totais e vitamina C, apresentados nos quadros 24 e 25, não se verificaram diferenças significativas provocadas pelas diferentes cores de rede. Desta forma pode afirmar-se que a cor da rede de ensombramento não influencia a qualidade da fruta.

Quadro 24 – Brix, pH e Acidez titulável média dos frutos de cada tratamento.

	Brix	pH	Acidez titulável
Tratamento	Média	Média	Média (g/L)
Vermelha	11,38 a	3,42 a	22,13 a
Azul	11,20 a	3,45 a	22,18 a
Cinzenta (controlo)	11,50 a	3,09 a	24,57 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Quadro 25 – Fenóis totais e vitamina C média dos frutos de cada tratamento.

	Fenóis totais	Vitamina C
Tratamento	Média (mg/L)	Média (mL/L)
Vermelha	450,02 a	0,320 a
Azul	467,17 a	0,347 a
Cinzenta (controlo)	474,73 a	0,310 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Por análise do Quadro 26 verificamos que as redes não provocaram diferenças significativas no período de armazenamento da fruta.

Quadro 26 – Período de armazenamento médio dos frutos de cada tratamento.

Período de armazenamento	
Tratamento	Média (dias)
Vermelha	7,67 a
Azul	7,74 a
Cinzenta (controlo)	7,69 a

Nota: Letras diferentes em coluna correspondem a médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey com um nível de significância $\alpha=0,05$.

4.8. Análise sensorial

Na Figura 10, que diz respeito aos resultados da análise sensorial, verifica-se que a rede vermelha (B) sobressai em parâmetros que o consumidor procura, isto é, uma maior intensidade de sabor, doçura, suculência, firmeza e sabor a framboesa. O fruto produzido sob a influência da rede cinzenta (controlo) teve uma avaliação mais negativa no sentido que apresentou uma maior acidez e amargura do ponto de vista do consumidor. O fruto resultado da influência da rede azul (C) apresentou uma análise sensorial mais equilibrada uma vez não ter excedido nenhum parâmetro sensorial.

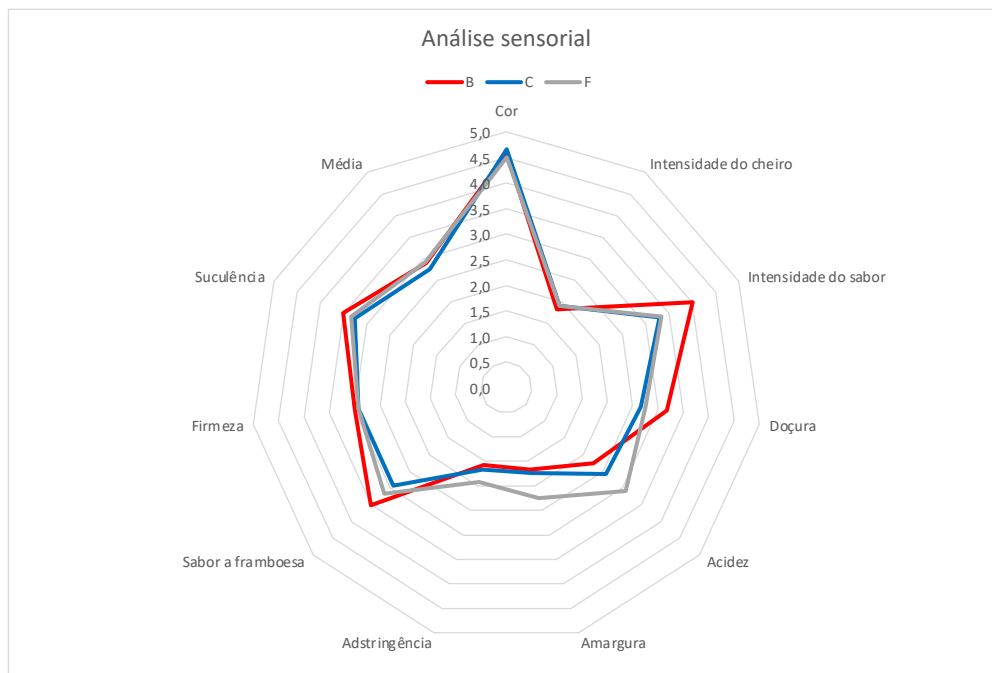


Figura 10 - Análise sensorial de frutos de cada tratamento.

5. Discussão de resultados

A dissertação focou-se no estudo de redes de ensombramento com diferentes cores (cinzenta, vermelha e azul) no que diz respeito a parâmetros biométricos, produtivos e qualitativos, bem como as características climáticas e do ambiente luminoso no interior dos túneis.

O ensaio enfrentou alguns contratemplos na perspetiva em que não foi possível controlar para cada tipo de rede o ambiente dentro de cada túnel, ou seja, parâmetros como rega diferenciada, eletrocondutividade e pH da água de rega e operações culturais adaptadas a cada cor de rede. Também a rede vermelha foi perdendo a cor no primeiro mês de instalação, resultando numa perda da influência da cor numa fase mais tardia da cultura.

No que diz respeito ao clima no interior dos túneis, verifica-se que as plantas sob a influência das redes vermelhas estavam sujeitas a temperaturas mais elevadas comparativamente com as plantas das restantes redes, promovendo desta forma uma evapotranspiração superior que resultou numa antecipação do ciclo.

Também o ambiente luminoso criado pelas diferentes redes resultou em diferenças bastante significativas a nível de densidade total do fluxo de fotões, fração PAR e rácio de radiação R/FR. Observou-se uma maior densidade de fluxo de fotões no ambiente luminoso criado pela rede vermelha, no entanto, uma maior fração PAR com as redes cinzentas. Tal sugere que a rede cinzenta apresenta uma capacidade seletiva superior da radiação que permite que atravesse, sendo mais permissiva à radiação PAR que às restantes radiações. No que diz respeito ao rácio de radiação R/FR observam-se valores superiores e semelhantes para a rede vermelha e cinzenta, já a rede azul provoca um ambiente luminoso com um rácio R/FR inferior, tal facto explica parâmetros verificados no campo como um índice de área foliar superior bem como a maior dimensão da canópia das plantas (maior estiolamento destas) que deveriam ter sido medidos.

Os resultados obtidos relativamente aos parâmetros biométricos apontam para um equilíbrio numa fase inicial da cultura, uma vez não existirem diferenças significativas no número de laterais e no número de flores por lançamento. Partindo de uma base equilibrada, pode afirmar-se que os restantes resultados estarão em grande parte ligados

à utilização das redes e ao efeito que estas provocaram no ambiente luminoso e consequentemente nas plantas.

Verifica-se numa primeira fase um maior número de flores abortadas no tratamento com a rede azul, apontando logo à partida para uma redução na produção. Por análise do ambiente no túnel verificou-se um menor número de abelhas a visitarem ativamente as flores do tratamento com as redes azuis, procedeu-se à contagem destas resultando numa diferença clara no número de visitas por abelhas para as plantas do tratamento com redes azuis. Morawetz et al. (2013) verificaram que as abelhas, em alguns casos, utilizam contraste cromático para aprenderem formas de objetos. Testes experimentais demonstraram que as abelhas têm efetivamente preferência por estímulos de cor azul, no entanto, têm dificuldade em distinguir formas caso não haja contraste com outra cor (neste caso, a cor verde das plantas) conduzindo a uma perda de capacidade de localização das flores (Morawetz et al., 2013). A rede azul provocou então uma perda de orientação das abelhas que poderá estar relacionado com uma consequentemente perda de produção. Tal facto comprovou-se na análise produtiva de cada tratamento. A rede azul conduziu a uma redução na produção total comparativamente com as restantes redes.

No que diz respeito ao número de frutos colhidos, a estatística não verifica diferenças significativas entre redes, no entanto, por observação dos resultados constata-se que a rede azul apresenta em média menos 20/30 frutos por lançamento, o que resulta numa redução de 125g por lançamento e numa perda de 2,25 toneladas por hectare para a exploração. Tal facto explica a redução significativa na produção total da rede azul.

A curva de produção foi bastante diferente entre redes. A rede vermelha apresentou uma produção consideravelmente superior numa primeira fase comparativamente com as restantes redes, resultado este derivado da perda de cor e da consequentemente perda de capacidade de ensombramento de 40% e de uma temperatura no interior dos túneis superior aos outros tratamentos, verifica-se, no entanto, que numa fase intermédia a rede cinzenta destacou-se permanecendo com uma produção superior até ao final. Por outro lado, as redes cinzenta e azul proporcionaram uma colheita constante ao longo do período de produção, sem variações bruscas ao longo do tempo. Uma produção constante ao longo do tempo é de elevado interesse uma vez que facilita a gestão do trabalho da colheita. Sendo que a produção total da rede vermelha foi idêntica à produção da rede cinzenta,

podemos afirmar que a primeira não só adianta a colheita através do efeito de uma concentração da produção mais antecipada como também não penaliza a produção total.

A nível de qualidade de fruta não foram verificadas diferenças significativas do ponto de vista do analítico, permitindo afirmar que as cores vermelha e azul em nada afetam a qualidade da fruta. Apenas a nível da análise sensorial se verificaram diferenças, destacando-se a fruta sob a influência de redes vermelhas.

6. Conclusão e perspetivas

A dissertação apresentada conclui que não houve alterações significativas na qualidade da fruta provocadas pela utilização das redes. No que diz respeito à produtividade conclui-se que a rede vermelha provocou um aumento na produção das plantas da variedade Diamond Jubilee comparativamente com as plantas da rede cinzenta, enquanto a rede azul, por influência de uma polinização deficiente ou por um efeito da radiação da planta e conseqüentemente no aborto floral, provocou uma redução bastante significativa na produção.

Tendo em conta as limitações do ensaio, uma segunda conclusão seria repetir o ensaio de forma a manter a tonalidade vermelha no interior dos túneis (talvez com recurso a polietileno vermelho coberto com a rede de ensombramento cinzenta) e conseguir fazer regas e operações culturais diferenciadas para cada cor de rede.

Seria também interessante considerar a utilização das redes de ensombramento azuis apenas na fase vegetativa da planta, ou seja, retirá-las aquando do aparecimento dos botões florais, desta forma a percentagem de aborto floral poderia ser inferior e os resultados produtivos mais interessantes.

7. Referências bibliográficas

- AJAP. (2017). A cultura da Framboesa. In Manual das Boas Práticas para Culturas Emergentes. Lisboa.
- Antunes, L. E. C., & Pagot, E. (2016). Produção de Framboesa. In Técnicas de produção de framboesa e mirtilo.
- Aras, S., & Esitken, A. (2019). *Physiological Effects of Photoselective Nets in Strawberry Plant*. In *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 2.
- Barceló, A. M., & Nunes, L. F. (2009). Atlas Climático Ibérico - *Iberian Climate Atlas 1971-2000*. In *Atlas Climático Ibérico - Iberian Climate Atlas*.
- Barney, D. L., Bristow, P., Cogger, C., Fitypatrick, S. M., Hart, J., Miles, C., Kaufman, D., Miller, T., Moore, P. P., Rempel, H., Strik, B., & Tanigoshi, L. (2007). *Commercial Red Raspberry: Production in the Pacific Northwest (D. L. Barney & T. Welch, Eds.; 598th ed.)*. A Pacific Northwest Extension.
- Carew, J. G., Gillespie, T., White, J., Wainwright, H., Brennan, R., Battey, N. H. (2000) *The control of the annual growth cycle in raspberry*, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75:5, 495-503.
- Cashmore, A., Jarillo, J., Wu, Y., Liu, D. (1999) *Cryptochromes: blue light receptors for plants and animals*. *Science*, 284.
- Consulai (2014). O Mercado dos pequenos frutos. Consulai. Lisboa.
- Dale, A. (2012). *Protected cultivation of raspberries*. *Acta Horticulturae*, 946, 349–354.
- Hemming, S. (2011) *Use of natural and artificial light in horticulture - Interactions of plant and technology*. *Acta Hort*, 907, 25-35.
- Ilić, Z. S., Milenković, L., Stanojević, L., Cvetković, D., & Fallik, E. (2012). *Effects of the modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits*. *Scientia Horticulturae*, 139, 90–95.
- 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*, 67, 9–19.

- INE, I.P. (2022). *Estatísticas Agrícolas 2021* (p. 170). INE.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). *World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15*, 259–263.
- Krüger, E., Dietrich, H., Schöpplein, E., Rasim, S., & Kürbel, P. (2011). *Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 60*, 31–37.
- Ly, B., Dyer, E., Feig, J., Chien, A., Bino, S. (2020) *Research techniques made simple: cutaneous colorimetry: A reliable technique for objective skin color measurement. Journal of Investigative Dermatology, 140*.
- Meena, R.K., Vashisth, A., Singh, R., Singh, B., Manjaih, K.M. (2014). *Study on change in microenvironment under different colour shade nets and its impact on yield of spinach (Spinacia oleracea L.). J. Agrometeorology, 16*, 104-111.
- Morawetz, L., Svoboda, A., Spaethe, J., Dyer, A. G. (2013) *Blue colour preference in honeybees distracts visual attention for learning closed shapes. Journal of Comparative Physiology, 199*, 817-827
- Mota, M., Semedo, S. and Pereira, M., 2020. A iluminação artificial em horticultura. *Agrotec, 37*, 32-34.
- Oliveira, P. B., Fonseca, L. (2007) *Framboesa - Tecnologias de produção, N°3*. Oeiras: INIAV.
- Oliveira, P. B., Lopes-Da-Fonseca, L., & Monteiro, A. A. (2002). *Combining different growing techniques for all year round red raspberry production in Portugal. Acta Horticulturae, 585*, 545–555.
- Oliveira, P. B., Valdiviesso, T., Esteves, A., Mota, M., & Fonseca, L. L. da. (2007). A planta de framboesa. *Agro, 1–32*.
- Palonen, P., Pinomaa, A., & Tommila, T. (2017). *The influence of high tunnel on yield and berry quality in three floricane raspberry cultivars. Scientia Horticulturae, 214*, 180–186.

- Pinho, P., Halonen, L. (2017) *Agricultural and horticultural lighting. Handbook of advanced lighting technology*, 703-720.
- Retamales, J., Montecino, J., Lobos, G., Rojas, L. (2008) *Colored shading nets increase yields and profitability of high bush blueberries. Acta horticultrae*, 770, 193-197.
- Runkle, E., Heins, R. (2001) *Specific Functions of Red, Far Red, and Blue Light in Flowering and Stem Extension of Long-day Plants. Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126, 275-282.
- 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, 161–168.
- Shahak, Y., Gal, E., Offir, Y., & Ben-Yakir, D. (2008). *Photoselective shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops. Acta Horticulturae*, 797, 75–80.
- Shahak, Y., Ratner, K., Zur, N., Offir, Y., Matan, E., Yehezkel, H., Messika, Y., Posalski, I., & Ben-Yakir, D. (2009). *Photoselective netting: An emerging approach in protected agriculture. Acta Horticulturae*, 807, 79–84.
- Sivakumar, D., & Jifon, J. (2018). *Influence of Photoselective Shade Nettings on Postharvest Quality of Vegetables. In Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality. Elsevier Inc.*
- Stamps, R.H. (2009) *Use of colored shade netting in horticulture. HortScience*, 44, 239-241.
- Tafoya, F., Juárez, M., Orona, C., López, R., Alcaraz, T., Valdés, T. (2018) *Sunlight transmitted by colored shade nets on photosynthesis and yield of cucumber. Ciência Rural*, 48, 9.
- Taiz, L. e Zeiger, E. (2002) *Plant Physiology*. 3ª edição, *Sinauer Associates. Massachusetts*.
- Takeda, F., Glenn, D., Callahan, A., Slovin, J., Stutte, G. (2010) *Delaying flowering in short-day strawberry transplants with photo selective nets. International Journal of Fruit Science*, 10, 134-142.

- Tinyane, P. P., Silvakumar, D., Van Rooyen, Z. (2015). *Influence of photo-selective shade nettings to improve fruit quality at harvest and during postharvest. 'Shouth African avocado growers Association' Yearbook*, 38.
- 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*, 230, 43–49.
- Vinson, P. E., & Kent, H. F. (2013). *Patent Application Publication - Raspberry Plant named "Diamond Jubilee."*

8. Anexos

ANEXO A

Avaliação sensorial de framboesas

Nome: _____

Utilizando uma escala de 1 a 5 pontos, avalie as características organoléticas das amostras de framboesa apresentadas.

Entre cada amostra, lave a boca com água.

		Amostra					
		A	B	C	D	E	F
Perceção visual	Cor						
Perceção olfativa	Intensidade do cheiro						
Perceção gustativa	Intensidade do sabor						
	Doçura						
	Acidez						
	Amargura						
	Adstringência						
Perceção do flavor (retro-nasal)	Sabor a framboesa						
Textura	Firmeza						
	Suculência						

Indique a amostra que preferiu: _____

Obrigada pela sua colaboração.