



## **Otimização de técnicas de produção de mirtilo para alargamento da época de colheita**

**Miguel Martins Pereira**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Agronómica**

Orientador: Doutora Mariana da Silva Gomes Mota

Orientador: Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira

**Júri:**

Presidente: Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor José Bernardo da Costa Sabugosa Portal Madeira, Diretor do(a) AGROTEC;  
Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, Técnica superior do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

## **Agradecimentos**

Agradeço à Professora Doutora Mariana Mota, pela disponibilidade, dedicação e preocupação inigualáveis durante todo este processo. A motivação, que nunca se esgotava, foi absolutamente essencial neste projeto.

Agradeço ao Professor Doutor Pedro Oliveira, pelo tempo e pelas oportunidades que criou para me ajudar a melhorar. A partilha de conhecimentos ao longo do projeto foi uma peça chave para a sua conclusão.

À minha família, especialmente os meus pais e o meu tio, pelo apoio constante e por assegurarem todas as condições que possibilitaram este longo percurso académico. A sua orientação e carinho durante a minha formação foram uma força sem paralelo.

Aos meus amigos e colegas, José Vilhena, Pedro Rodrigues, Pedro Aparício, Ivan Santos e Manuel Roque por terem disponibilizado tempo para me ajudar, repetidamente, na realização deste ensaio em todos seus passos. Teria sido impossível sem a sua ajuda.

Aos meus amigos Sofia Patrício, Matheus Souza, Paulo Oliveira, Carmo Alvim, Francisco Piçarra, Nuno Amaro, Filipe Taipa, e todos os restantes, pelo apoio moral e por estarem sempre presentes nos momentos fáceis, bem como nos mais difíceis.

Aos meus amigos Salomé e Luís, por disponibilizarem tempo e material que facilitou a realização deste projeto.

À equipa do INIAV, que me ajudou em várias etapas deste processo.

À empresa Mirtisul, especialmente à Anne e ao Pierre, por terem disponibilizado as instalações, material vegetal e apoio técnico necessários ao ensaio.

Ao Doutor Miguel Leão, pela disponibilização de equipamentos essenciais à recolha de dados.

À empresa onde trabalho, The Summer Berry Company, por criarem condições que me possibilitaram concluir a presente dissertação.

## Resumo

Este ensaio estudou a utilização de diferentes coberturas para estender a época de produção de mirtilo no Sudoeste Alentejano para períodos de maior valorização comercial do produto. Acompanhou-se o efeito destas na fenologia e período de colheita, na biometria (comprimento e diâmetro dos ramos), no rendimento (nº frutos e produção total) e na qualidade (calibre, °Brix, % matéria seca) de diferentes cultivares de mirtilo, bem como nas características do ambiente luminoso dos túneis com essas mesmas coberturas. Usaram-se coberturas de polietileno, rede branca temporária e rede cinzenta permanente, e estudou-se o seu efeito em 5 cultivares, a Star, Gupton e Alix Blue (Southern Highbush Blueberry), a Legacy, (Northern Highbush Blueberry) e a Sky Blue (Rabbiteye). Em relação à fenologia, a influência das coberturas variou com a cultivar mas, em relação ao controlo (ar livre), o polietileno promoveu um adiantamento da fenologia, de forma bastante generalizada (até 8 dias na antecipação da colheita e concentração desta nas primeiras datas), enquanto as redes branca e cinzenta conduziram a um atraso no desenvolvimento da cultura, prolongando até duas semanas o período de colheita, com maior escalonamento da produção. Na qualidade dos frutos, o polietileno tendencialmente aumentou (na matéria seca) ou equiparou (°Brix) o controlo e as redes causou uma ligeira diminuição, permanecendo o calibre inalterado. O crescimento do ano anterior mostrou alguma influência negativa no caso da rede cinzenta, que conduziu a menor diâmetro e menor número de gomos totais. O ambiente luminoso nas diferentes coberturas assemelhou-se qualitativamente, mas verificaram-se diferenças na fração PAR, com o polietileno a concentrar a PAR e reduzir a incidência de outros tipos de radiação. Em termos de fluxo de fótons absoluto, o polietileno reduziu a passagem de radiação em cerca de 25%, enquanto as redes de ensombramento atingiram reduções de quase 50%.

**Palavras-chave:** *Vaccinium*, polietileno, redes de ensombramento, coberturas, antecipação e extensão da colheita.

## **Abstract**

This trial studied the use of different covers to extend the blueberry production season in Southwest Alentejo to periods of higher commercial appreciation of the product. The effect of these covers on the phenology and harvest period, biometry (length and diameter of branches), yield (number of fruits and total production) and quality (fruit size, °Brix, % dry matter) of different blueberry cultivars, as well as in the characteristics of the light environment of the different tunnels. Polyethylene cover, temporary white netting and permanent gray netting were used, and their effect was studied in 5 cultivars, Star, Gupton and Alix Blue (Southern Highbush Blueberry), Legacy, (Northern Highbush Blueberry) and Sky Blue (Rabbiteye). Regarding phenology, the influence of covers varied with the cultivar, but in relation to control (open air), polyethylene promoted generally the advance of phenology (up to 8 days in anticipation of the harvest and concentration of this on the first dates), while the white and gray nets led to a delay in the development of the crop, prolonging the harvest period by up to two weeks, with greater production staggering. In the quality of the fruits, the polyethylene tended to increase (in the dry matter) or to equalize (°Brix) the control and the nets caused a slight decrease, with the fruit size remaining unchanged. The previous year's growth showed some negative influence in the case of the gray net, which led to a smaller diameter and a smaller number of total buds. The light environment in the different covers was qualitatively similar, but differences were found in the PAR fraction, with polyethylene concentrating the PAR and reducing the incidence of other types of radiation. In terms of absolute photon flow, polyethylene has reduced the passage of radiation by about 25%, while the shading nets have reduced by almost 50%.

**Keywords:** *Vaccinium*, polyethylene, shading nets, covers, harvest period anticipation and extension.

Índice	
Índice de Figuras .....	V
Índice de quadros.....	VI
1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	3
2.1 O mirtilo .....	3
2.2 Importância da cultura do mirtilo.....	3
2.2.1 Benefícios do mirtilo para a saúde.....	3
2.2.2 Geografia da produção do mirtilo .....	4
2.3 Técnicas culturais para gestão da época de colheita do mirtilo .....	7
2.3.1 Utilização de redes de ensombramento: .....	7
2.3.2 Utilização de túneis de polietileno .....	8
3. Material e Métodos.....	10
3.1 Localização .....	10
3.2 Material Vegetal .....	10
3.3 Coberturas artificiais.....	11
3.4 Condução do ensaio experimental .....	12
3.4.1 Acompanhamento da cultura.....	12
3.4.2 Delineamento experimental do ensaio.....	12
3.4.3 Registos e observações no campo .....	13
3.4.4 Colheita.....	13
3.4.5 Registos da colheita .....	14
3.5 Tratamento de dados .....	14
4. Resultados e Discussão.....	17
4.1 Análise climática.....	17
4.2 Fenologia.....	19
4.3 Biometria .....	29
4.4 Produção .....	32
4.5 Análise do ambiente luminoso.....	38
5. Conclusão.....	42
6. Bibliografia .....	45

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Superfícies agrícolas dos pequenos frutos em Portugal. Fonte: INE, I.P.(2018)....	6
<b>Figura 2</b> - Evolução dos preços do mirtilo. Fonte: SIMA, 2018 .....	6
<b>Figura 3</b> - Túnel de polietileno .....	9
<b>Figura 4</b> - Temperatura e radiação no local em estudo.....	17
<b>Figura 5</b> - Temperaturas médias em Grândola .....	18
<b>Figura 6</b> - Radiação incidente em Grândola.....	18
<b>Figura 7</b> - Dias julianos a que o estado 65 foi atingido por cada conjunto .....	28
<b>Figura 8</b> - Dias julianos a que o estado 71 foi atingido por cada conjunto .....	29
<b>Figura 9</b> - Visualização do escalonamento da colheita por tratamento .....	37
<b>Figura 10</b> - PFD medido pelo espectrorradiómetro .....	41

## Índice de quadros

<b>Quadro 1</b> - Dados relativos ao mirtilo em Portugal. Fonte: GPP( 2018). .....	6
<b>Quadro 2</b> - Fenologia observada no ensaio, a linha de cima apresenta a data em dias julianos. ....	20
<b>Quadro 3</b> - Descrição dos ajustamentos polinomiais. ....	22
<b>Quadro 4</b> - Descrição dos ajustamentos lineares. ....	22
<b>Quadro 5</b> - $R^2$ dos ajustamentos polinomiais. ....	23
<b>Quadro 6</b> - $R^2$ dos ajustamentos lineares. ....	23
<b>Quadro 7</b> - Datas obtidas a partir dos ajustamentos polinomiais. ....	24
<b>Quadro 8</b> - Datas obtidas a partir dos ajustamentos lineares. ....	24
<b>Quadro 9</b> - Resumo dos ajustamentos polinomiais. ....	25
<b>Quadro 10</b> - Resumo dos ajustamentos lineares. ....	26
<b>Quadro 11</b> - Tempo de maturação de cada conjunto. ....	27
<b>Quadro 12</b> - Comprimento médio dos ramos escolhidos. ....	31
<b>Quadro 13</b> – Comprimento médio da haste floral. ....	31
<b>Quadro 14</b> - Diâmetro médio dos lançamentos. ....	31
<b>Quadro 15</b> - N° de gomos médio observado em cada lançamento. ....	31
<b>Quadro 16</b> - N° de gomos florais médio observado por lançamento. ....	31
<b>Quadro 17</b> - Crescimento total médio do lançamento do ano. ....	32
<b>Quadro 18</b> - Número de frutos médio colhido por planta. ....	33
<b>Quadro 19</b> - Peso total médio colhido por planta. ....	34
<b>Quadro 20</b> - Peso médio de cada fruto colhido. ....	34
<b>Quadro 21</b> - Teor de sólidos solúveis médio presente na fruta colhida. ....	35
<b>Quadro 22</b> - Teor de matéria seca médio da fruta colhida. ....	36
<b>Quadro 23</b> - Fluxo de fotões medido pelo ceptómetro em cada tratamento. ....	39
<b>Quadro 24</b> - Fluxo de fotões medido pelo espectralradiómetro em cada tratamento. ....	39
<b>Quadro 25</b> - Cálculo da fração PAR para cada tratamento. ....	40

## 1. Introdução

A cultura do mirtilo em Portugal tem vindo a demonstrar uma tendência de crescimento anual, em termos de área, superior a qualquer outro pequeno fruto. Este crescimento não é exclusivo do território português, tendo como exemplo no hemisfério Sul o Chile, entre outros, que aumentou bastante a sua produção, países como Marrocos a entrar no mercado recentemente e países do norte da Europa a aumentar a área já existente. Este aumento de oferta, aliado à possibilidade de certos países venderem a sua produção a preços inferiores aos praticados na Europa, especialmente devido ao custo reduzido da mão-de-obra, levou a uma queda de preços gradual que poderá colocar vários produtores nacionais em risco de não conseguirem recuperar os seus investimentos.

Nesta situação, uma das alternativas possíveis para aumentar a rentabilidade da produção seria a oferta do produto fora das épocas de maior produção, beneficiando assim de preços mais competitivos. Os dados relativos à produção e comercialização de mirtilos em Portugal existem em pequena quantidade e são, muitas vezes, pouco estruturados, dificultando a análise dos mesmos. Os preços praticados no produtor atingem o seu ponto mais baixo na época de maior oferta, como seria de esperar, que ocorre desde o fim de Maio ao início de Agosto. Durante este período, os preços variam entre 4 a 6 euros por kg, rondando os 5 euros por kg em média. No entanto, nas datas que se encontram para além do pico de produção os preços aumentam substancialmente, chegando a atingir cerca do dobro da valorização por kg. Estas datas consistem em alturas de produção temporã ou tardia, que podem ser parcialmente abastecidas por mercados internacionais, sendo que a fruta proveniente destes mercados pode apresentar preços inflacionados com qualidade inferior, devido sobretudo ao longo processo de transporte necessário. Surge neste contexto o interesse de alargar a produção para estas épocas de maior valorização comercial do produto, tornando necessário desenvolver técnicas e cultivares que permitam a produção durante todo o período de preços elevados. O presente ensaio consiste numa tentativa de estender a época de produção em território nacional, mais especificamente no Sudoeste Alentejano, visando chegar a um período de produção de abril a setembro. Para isso, tentou-se adiantar bem como atrasar a maturação da fruta com recurso a coberturas de diferentes materiais e efeitos no ambiente luminoso. Assim, o objetivo desta dissertação será acompanhar a implementação e avaliar o efeito de coberturas de polietileno e de redes de ensombramento, nomeadamente rede branca e rede cinzenta, na fenologia, no rendimento e qualidade de diferentes cultivares de mirtilo e nas características do ambiente luminoso. Desta forma, espera-se dotar os produtores de conhecimento e técnicas que permitam abastecer o mercado nacional e internacional, ainda que apenas parcialmente, com fruta de elevada qualidade e assegurar assim a rentabilidade das explorações.

Este ensaio foi desenvolvido no âmbito do Projeto GO “Competitive South Berries – Pequenos frutos competitivos e sustentáveis: técnicas culturais inovadoras para o alargamento da época de produção”, liderado pelo INIAV, I.P. em parceria com empresas produtoras de pequenos frutos. Este projeto ambiciona criar inovações técnicas na produção de pequenos frutos, de forma a assegurar a sustentabilidade dos sistemas e valorizar os recursos genéticos endógenos. Na cultura do mirtilo, o projeto visa desenvolver a produção em solo e substrato com a manipulação do ciclo produtivo tendo como objetivo a produção entre março e maio (antecipada) e entre setembro e outubro (tardia).

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1 O mirtilo**

O género *Vaccinium* encontra-se bastante disperso, com espécies encontradas desde os Himalaias à região dos Andes, na América do Sul, região que se supõe ser o ponto de origem do género. Com mais de 150 espécies, é um género bastante diverso e contém as divisões *Cyanococcus*, *Oxycoccus*, *Vitis-idaea*, e *Myrtillus*. Esta primeira é a que incluiu os mirtilos cultivados (Retamales & Hancock, 2012). Em Portugal, 4 espécies deste género são naturalmente presentes. No caso das ilhas, o *Vaccinium padifolium* e o *Vaccinium cylindraceum* são nativos dos arquipélagos da Madeira e dos Açores, respetivamente, sendo que em Portugal continental podem encontrar-se exemplares das espécies *Vaccinium myrtillus*, vulgarmente designado por arando, e *Vaccinium uliginosum* (Madeira, 2016).

As plantas de mirtilo podem ser divididas em três tipos principais, dada a sua origem genética. Estes são o “highbush”, com origem no *Vaccinium corymbosum*, o “rabbiteye”, proveniente da espécie *Vaccinium virgatum sin. ashei*, e o “lowbush”, que tem origem no *Vaccinium angustifolium*. Destes tipos, o “highbush” é o mais comum e mais cultivado, possuindo também uma segunda divisão em dois tipos, os chamados “tipo Sul” e “tipo Norte”. Estes dois tipos, doravante designados por Southern Highbush Blueberry (SHB) e Northern Highbush Blueberry (NHB), respetivamente, distinguem-se pelo facto do primeiro ser pouco tolerante ao frio e não necessitar de um período significativo de exposição a baixas temperaturas para induzir a diferenciação floral e quebra de dormência, enquanto o segundo não produz quantidades satisfatórias sem uma exposição mais ou menos prolongada a uma estação fria (Madeira, 2016).

### **2.2 Importância da cultura do mirtilo**

O mirtilo é uma baga, classificada como pequeno fruto, cujo interesse tem vindo a crescer em Portugal de forma acentuada, tanto por parte dos agricultores como por parte dos consumidores (Oliveira, 2018; Parente et al., 2013). Este aumento poderá ser devido à perceção do mirtilo como uma cultura de elevada margem e adaptada a certas regiões do território português. Embora as margens estejam a diminuir gradualmente, verifica-se um aumento da sua procura por parte dos consumidores devido ao surgimento de informação científica que, aponta para relevantes benefícios desta cultura para a saúde humana.

#### **2.2.1 Benefícios do mirtilo para a saúde**

O mirtilo possui uma capacidade antioxidante elevada (Borges et al., 2010), um perfil de antocianinas especialmente diverso e um conteúdo de fenóis potencialmente superior aos da

framboesa e do morango (Szajdek & Borowska, 2008), dois pequenos frutos que são consumidos de forma mais significativa que os mirtilos (Pinto *et al.*, 2013). Segundo Santos *et al.* (2017), os mirtilos foram os frutos com conteúdos totais de flavonoides e compostos fenólicos mais elevados de um grupo de 14 frutos avaliados, apresentando assim uma elevada quantidade de compostos considerados bioativos e benéficos para a saúde. Em populações idosas, especialmente em risco em termos de saúde, o consumo de flavonoides antioxidantes foi também associado a reduções na incidência da doença arterial coronária e enfartes do miocárdio (Hertog *et al.*, 1993). A inclusão de mirtilos na dieta pode ser feita em fresco ou mesmo através de farinhas elaboradas a partir das sementes, visto que estas farinhas também possuem poder antioxidante, embora significativamente inferior ao encontrado nos frutos em fresco (Parry *et al.*, 2006). Esta inclusão pode levar a vários benefícios, sugerindo-se a prevenção de doenças cardiovasculares, inflamatórias, ou até mesmo a redução até certo ponto da probabilidade de ocorrência de alguns tipos de cancro (Skrovankova *et al.*, 2015).

Nos países da região Centro e Norte da Europa, os pequenos frutos já estão incluídos na dieta, enquanto nos países do Sul o seu consumo é restrito (Zamora-Ros *et al.*, 2011), limitando a quantidade de antioxidantes ingerida na dieta destes países através destes frutos. Portugal é um exemplo dessa limitação, com apenas 14% da ingestão total de polifenóis através de fruta fresca sendo proveniente dos pequenos frutos, e apenas 1% associada aos mirtilos (Pinto *et al.*, 2013). Este facto deve-se ao baixo consumo destes frutos, com cerca de 92% dos participantes num inquérito a indicarem que consumiam mirtilos “nunca ou menos de uma vez por mês”, devido à fraca disponibilidade dos frutos no mercado e ao preço elevado dos mesmos (Pinto *et al.*, 2013).

### **2.2.2 Geografia da produção do mirtilo**

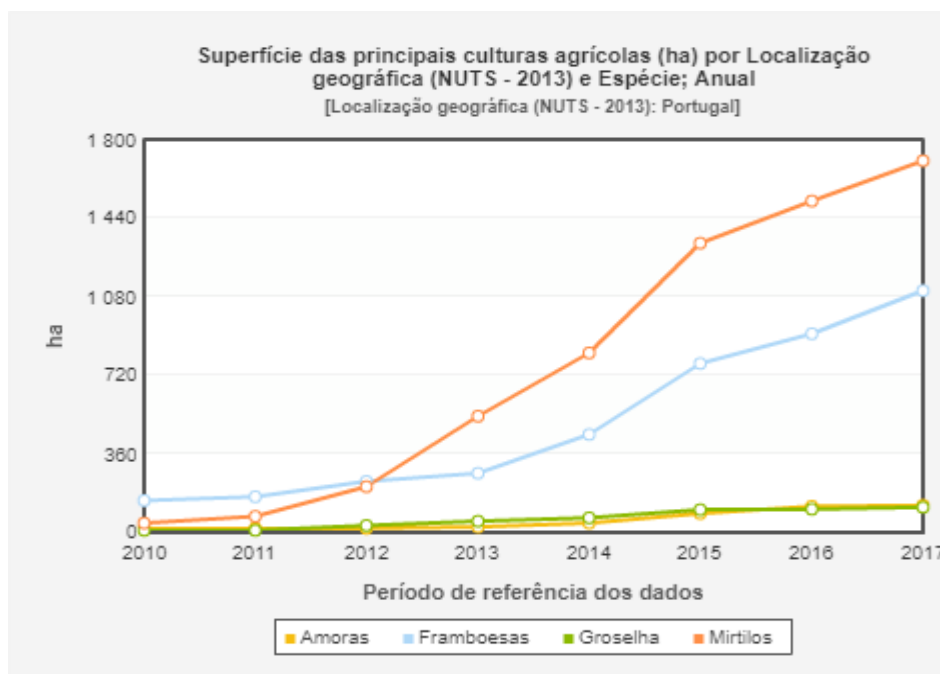
Em resposta a este interesse, a cultura do mirtilo tem vindo a sofrer um aumento de importância significativo. Em termos de superfície agrícola, o mirtilo era, em 2017, o pequeno fruto que mais área ocupava (Oliveira & Silva, 2017), com diferenças consideráveis em relação aos outros pequenos frutos, especialmente a groselha e a amora (figura 1), constatando-se uma tendência positiva neste parâmetro (quadro 1). O mercado mundial apresenta um pico de preços para este fruto entre Outubro e Novembro, visto que estes meses se encontram entre o fim de produção do hemisfério Norte e o início de produção do hemisfério Sul, verificando-se assim uma escassez de oferta (Hicklenton *et al.*, 2004). Esta tendência também é visível na figura 2, na qual foram utilizados dados de 2014 a 2018 em todos os mercados de produção portugueses, de notar que apenas existiam dados do primeiro e último trimestre para a região de Odemira, a qual só possui dados para 2018. É possível definir uma janela de

oportunidade económica de alto interesse entre os meses de Outubro e Abril para os países do hemisfério Norte, pois durante esta época os frutos são provenientes de países como Argentina e Chile, que apresentam qualidade mediana e preços elevados devido à necessidade de conservação dos frutos em atmosfera controlada e às grandes distâncias de transporte (Oliveira & Lopes-da-Fonseca, 2013). Esta janela pode ser explorada em Portugal devido à aptidão para a produção do mirtilo entre Outubro e Abril na região Sul (Oliveira & Lopes-da-Fonseca, 2013). Assim, aliando as capacidades de produção entre Junho e Setembro no Norte do país e entre Outubro e Abril no Sul, Portugal apresenta condições únicas para a produção deste fruto durante o ano inteiro, permitindo um fornecimento contínuo do mercado de exportação (Oliveira & Lopes-da-Fonseca, 2013). Para além da janela altamente rentável mencionada anteriormente, verifica-se uma tendência de exportações crescentes a um ritmo claramente superior ao crescimento das importações, tanto em valor como em quantidade, e um preço de exportação continuamente superior ao preço de importação, exceto no último ano, 2017 (quadro 1). Estas tendências sugerem que uma aposta na produção de mirtilo fortemente direcionada para a exportação possa ser uma perspetiva rentável, surgindo o interesse de incrementar a produção de mirtilo em Portugal.

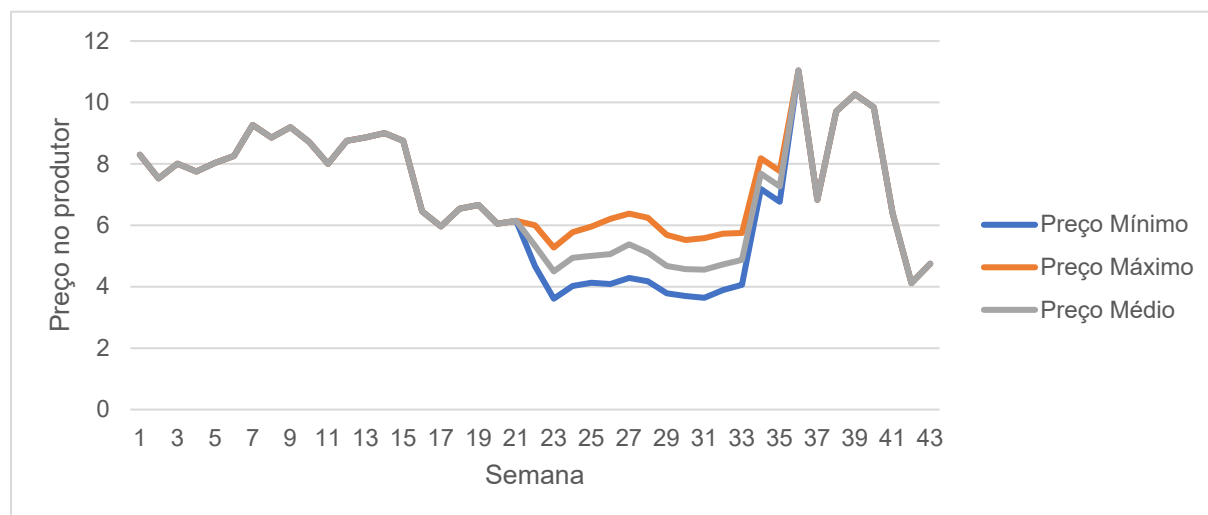
Neste contexto, o sudoeste alentejano surge como uma oportunidade de produção interessante, pois possui condições edafoclimáticas que permitem a produção em Setembro e na Primavera, permitindo um aproveitamento parcial dos preços elevados praticados no mercado europeu nesse período (Parente, 2014), ou mesmo no mercado português (figura 2). Segundo Oliveira & Silva (2015), o sudoeste alentejano apresenta-se como uma das regiões europeias mais favoráveis à produção de pequenos frutos, com condições únicas para a produção durante a Primavera e Outono, e com um grande potencial de expansão para o mirtilo, que ainda se encontra maioritariamente no Norte do país. No entanto, estes mesmos autores referem que será necessário o desenvolvimento de novas técnicas e/ou cultivares que permitam a produção durante outubro e novembro, de forma a possibilitar um aproveitamento mais completo do período de preços elevados.

**Quadro 1 - Dados relativos ao mirtilo em Portugal. Fonte: GPP( 2018).**

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Balanco comercial em quantidade (ton)	Entradas	179.0	231.3	418.4	400.7	785.5	1070.3	448.1	1153.6	770.0	342.0	372.2	539.4	603.6
	Saídas	128.1	175.6	284.5	115.6	154.0	1226.3	270.6	192.4	127.2	293.8	529.9	1114.1	1525.8
	Saldo	-50.8	-55.7	-133.9	-285.1	-631.4	155.9	-177.5	-961.3	-642.8	-48.2	157.8	574.6	922.1
Balanco comercial em valor (1000 Eur)	Entradas	194.3	256.5	506.7	540.2	1053.9	1098.7	1043.1	1589.0	2438.7	1926.7	2069.6	3198.3	3729.9
	Saídas	867.5	1405.1	1293.1	1045.6	1028.5	2593.6	1349.8	1101.9	988.4	2070.7	3530.5	8186.7	9115.9
	Saldo	673.2	1148.6	786.3	505.5	-25.4	1494.9	306.7	-487.1	-1450.3	144.0	1460.8	4988.4	5385.9
Preço médio de importação	EUR/Kg	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.0	2.3	1.4	3.2	5.6	5.6	5.9	6.2
Preço médio de exportação	EUR/Kg	6.8	8.0	4.5	9.0	6.7	2.1	5.0	5.7	7.8	7.0	6.7	7.3	6.0
Área e Produção	ha	nd	nd	nd	nd	nd	43.1	75.4	211.0	534.0	823.0	1325.0	1518.0	1703.0
	tonelada	nd	nd	nd	nd	nd	530.1	700.5	1437.0	1429.0	1824.0	4436.0	6572.0	9840.0



**Figura 1 - Superfícies agrícolas dos pequenos frutos em Portugal. Fonte: INE, I.P.(2018).**



**Figura 2 - Evolução dos preços do mirtilo. Fonte: SIMA, 2018.**

## **2.3 Técnicas culturais para gestão da época de colheita do mirtilo**

Dois dos métodos comumente usados para modelar a data de colheita na cultura do mirtilo para adequação às necessidades comerciais são a utilização de redes de ensombramento e de túneis de polietileno.

### **2.3.1 Utilização de redes de ensombramento:**

As plantas respondem ao aumento do ensombramento aumentando o conteúdo de clorofila nas folhas, manifestando stress (medido por fluorescência), reduzindo a taxa fotossintética e o teor de sólidos solúveis no fruto, reduzindo o peso seco das folhas e aumentando o teor de água e peso total do fruto (Lobos *et al.*, 2009). As reações de aumento de clorofila e redução de taxa fotossintética foram também observadas por Viji *et al.* (1997) e podem corresponder a uma reação de adaptação da planta à reduzida intensidade luminosa. Mauro *et al.* (2011), verificaram uma redução no peso seco das folhas, e Lobos *et al.* (2009) uma redução do teor de sólidos solúveis no fruto devendo-se ambas, provavelmente, à redução na taxa fotossintética, que leva a menor quantidade de fotoassimilados disponíveis para o fruto e para as folhas. Por sua vez, a diminuição de teor de sólidos solúveis aliada ao aumento do peso total do fruto pode justificar o aumento de teor de água do mesmo. O aumento do ensombramento leva também ao efeito pretendido, e esperado, de atraso da época de colheita (Hicklenton *et al.*, 2004; Lobos *et al.*, 2009, 2013).

Nesta abordagem, as redes de ensombramento foram já utilizadas em diversos ensaios, nomeadamente por Lobos *et al.* (2013) e Hicklenton *et al.* (2004), tendo conduzido a atrasos na época de colheita de uma a duas semanas e meia, respetivamente.

A aplicação das redes pode seguir vários métodos. Em Hicklenton *et al.* (2004) foram colocadas imediatamente após o vingamento e retiradas no início de setembro (cerca de 50% de fruta colhida), enquanto em Lobos *et al.* (2009) e Retamales *et al.* (2008) foram retiradas apenas na queda das folhas. Em Lobos *et al.* (2013) foram até colocadas um mês após o vingamento e retiradas um mês depois do final da colheita.

As redes utilizadas podem também variar na sua cor e na sua capacidade de ensombramento. Em Lobos *et al.* (2009) utilizaram-se redes brancas, vermelhas e pretas com níveis de ensombramento de 25, 50 e 70%, em Zoratti *et al.* (2015) utilizaram-se redes azuis, brancas e vermelhas, e a sua montagem foi adaptada de forma a todas as modalidades apresentarem um ensombramento de 25%. O facto de serem coloridas permite promover perfis luminosos diferentes no coberto, com redes brancas a reduzir a prevalência de radiação ultravioleta e redes vermelhas a promover radiação infravermelha (Lobos *et al.*, 2012). Estas diferenças no perfil luminoso podem mesmo levar a qualidades organolépticas diferentes no produto final,

segundo Lobos *et al.* (2013) os frutos produzidos sob redes vermelhas possuíam maior acidez que os restantes. As redes negras levam a produtividades reduzidas, maior distância nos entrenós dos lançamentos e maior dimensão das folhas (Retamales *et al.*, 2008).

É possível utilizar várias combinações de período de ensombramento, intensidade de ensombramento, e cor da rede, de forma a obter os resultados desejados.

Embora segundo Hicklenton *et al.* (2004), no segundo ano de estudo, a produção tenha sido afetada negativamente nas plantas ensombradas, Retamales *et al.* (2008) referem produções superiores nas plantas ensombradas no primeiro e segundo ano quando comparadas com as plantas controlo. Este facto pode ser parcialmente explicado pelo aumento de eficiência fotossintética e diminuição da temperatura das folhas quando se emprega o uso de redes com ensombramento até 50% da PAR (Lobos *et al.*, 2012).

### **2.3.2 Utilização de túneis de polietileno**

Os túneis de polietileno já foram empregues em vários estudos, tais como Hicklenton *et al.* (2004) e Baptista *et al.* (2006), permitindo um adiantamento da data de colheita de 10 a 14 dias ou um mês, respetivamente.

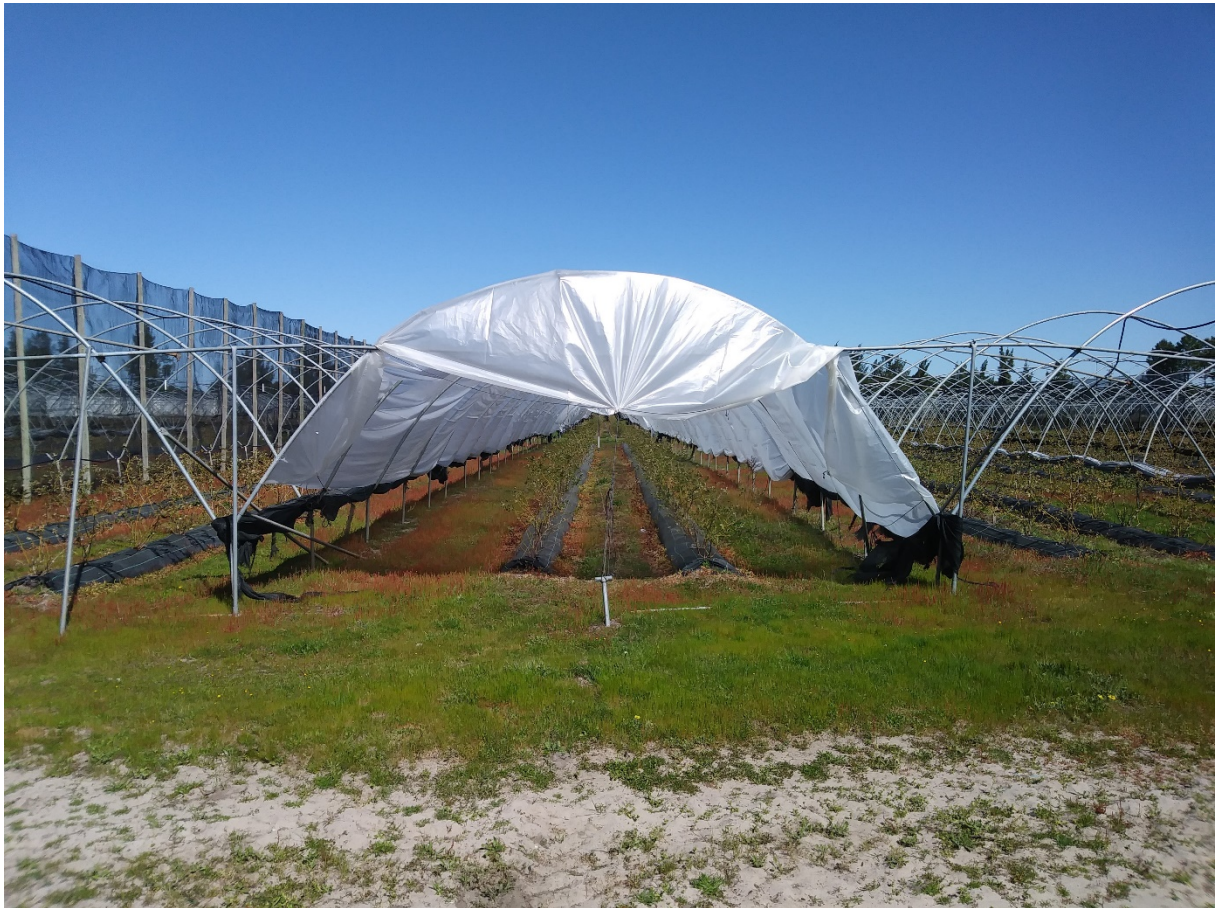
A utilização das coberturas de polietileno é bastante semelhante tanto em Hicklenton *et al.* (2004) como em Baptista *et al.* (2006), sendo criada uma estrutura composta por arcos em formato de “U” invertido, posteriormente coberta por polietileno (Figura 3) de espessura variável, 6mm ou 200µm, respetivamente, cobrindo-se as plantas durante toda a campanha ou apenas até à queda das pétalas em Hicklenton *et al.* (2004), ou desde o momento em que as necessidades em frio estão satisfeitas até ao momento em que se verifica o amadurecimento dos primeiros frutos, em Baptista *et al.* (2006).

O avanço de época de colheita ocorrido no primeiro ano de uso dos túneis em Hicklenton *et al.* (2004) foi acompanhado de um aumento de produção de 15% face às plantas controlo; no entanto, no segundo ano de aplicação da técnica não só não se reproduziu o avanço da época de colheita, como também se verificou uma diminuição de produção face às plantas de controlo desse ano. Neste mesmo estudo, verificou-se que, em ambos os anos, os frutos das plantas cobertas tinham um calibre reduzido em relação às plantas de controlo, sendo esta diferença atribuída à dificuldade acrescida de acesso às plantas por parte dos insetos polinizadores devido à cobertura.

No caso do Sudoeste Alentejano, o uso de polietileno como cobertura em cultivares do tipo SHB foi explorada por Oliveira *et al.*, (s.d.-a), (s.d.-b), obtendo resultados promissores até na conjugação de práticas com redes de ensombramento ao longo da campanha. Nestes dois

casos, concluiu-se que a utilização de polietileno, em cultivares do tipo SHB nas condições climáticas do Sudoeste Alentejano, pode levar a uma colheita temporã com os subsequentes ganhos de rendibilidade.

Vários estudos reportam colheitas temporãs e até mesmo aumentos de produtividade associados à utilização dos chamados “High Tunnels” cobertos com polietileno, os mesmos utilizados neste ensaio, quando comparados com cultivo ao ar livre em culturas como o morango (Kadir et al., 2006), melão, pimento e tomate (Waterer, 2003).



**Figura 3** - Túnel de polietileno.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1 Localização

Os ensaios de campo decorreram na empresa Mirtisul localizada na Aldeia do Pico, concelho de Grândola (38°17,74'N, 8°35,64'O).

As análises laboratoriais foram realizadas no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, em Oeiras, na unidade de Sistemas Agrários, Florestais e Sanidade Vegetal.

A classificação climática do local do ensaio, segundo Köppen e Geiger, é Csa (clima mediterrânico de verão quente) (Kottek et al., 2006). O local tem uma temperatura média de 16,7°C, e uma pluviosidade média anual de cerca de 600 mm.

Os solos do local são de textura grosseira. A carta de solos do local indica a presença de solos dos tipos Pz e Pzh (Solos Podzolizados), Ps (Planossolos de arenitos) e Rgc (Regossolos Psamíticos). Verifica-se, de facto, que o solo da exploração é composto maioritariamente por areia, tal como representado na carta de solos, mas não apresenta podzolização no local em estudo.

Análises de solo recolhidas em diversos túneis do ensaio revelam que a classificação da textura do solo é Arenoso-Franco nos primeiros 20 cm, e Franco-Arenoso dos 20 aos 50 cm. O pH é ácido a neutro, estando na gama de 5 a 7. O teor de matéria orgânica médio é de 2 a 3%.

#### 3.2 Material Vegetal

Os ensaios envolveram diferentes cultivares de mirtilo, contendo os tipos Southern Highbush Blueberry (SHB), Northern Highbush Blueberry (NHB) e Rabbiteye (R). Do tipo SHB constam a Star, Gupton e Alix Blue; do tipo NHB, a Legacy; e do tipo R, a Sky Blue.

As plantas foram adquiridas ao viveiro francês Multibaies.

As cultivares referidas apresentam as seguintes características:

**Star** – Planta de porte moderadamente ereto com tendência de desenvolvimento de ladrões dentro do normal. No Outono a produção de gomos é abaixo da média para as plantas “Highbush”, o que previne produção excessiva na Primavera mas por outro lado impede colheitas totais de peso elevado. Baixa necessidade de frio, na ordem das 400 h (abaixo de 7°C). O peso dos mirtilos obtidos ronda os 1,6 g. As principais virtudes desta cultivar são a baixa necessidade de frio, o hábito de crescimento desejável, alto vigor e sobrevivência, produção temporã e concentrada, e qualidade superior dos frutos. As limitações principais são

a capacidade produtiva pouco impressionante e a existência de problemas na floração em locais com temperaturas médias superiores a 14°C no Inverno (Lyrene & Sherman, 2000).

**Gupton** – Porte ereto e estreito, baixa necessidade de poda em indivíduos adultos quando comparada com cultivares “Rabbiteye”. Produz uma quantidade considerável de frutos de tamanho médio a grande (peso superior a 2 g), com aspeto atraente e cor azul claro, boa firmeza e resistência a fendilhamento induzido por chuva. A necessidade de frio é de cerca de 500 a 550 h (Stringer et al., 2012).

**Alix Blue** – Plantas com porte vigoroso, e bastante produtivas, originando frutos de elevado calibre (mais de 3 g), de aspeto atraente, cor azul claro, firmes, com excelente sabor e reduzida cicatrização associada à colheita. Baixa necessidade de frio, entre 400 a 450 h (Stringer et al., 2013).

**Legacy** – Porte ereto e aberto (Cline, 2011), ramos vigorosos e flexíveis que podem levar a um hábito de crescimento um pouco tombado (Strik et al., 2014).

As folhas podem demonstrar um carácter perene, aproximando-se de um comportamento do tipo SHB na região do ensaio, exigindo uma abordagem diferente na poda que pode resultar em custos superiores às demais cultivares (*Legacy Blueberries @ Fall Creek Nursery | Plants. Varieties. Farming.*, n.d.). Fruto de cor azul claro, de sabor agradável e menos suscetível a apodrecimento que outras cultivares “Highbush” (Cline, 2011).

**Sky Blue** – Planta de porte ereto, com vigor médio. Produtividade média. Fruto de tamanho grande e firme, de cor azul médio, com cicatriz de colheita pequena. Produção em época média (Patel, 2010).

### 3.3 Coberturas artificiais

As coberturas artificiais foram colocadas em túneis com 40 metros de comprimento e 6 metros de largura.

Foram utilizados dois tipos de rede de ensombramento, branca e cinzenta<sup>1</sup>, e um tipo de polietileno com espessura de 100µm.

1 – Até à data de entrega do documento não foi possível obter as especificações técnicas das redes.

### **3.4 Condução do ensaio experimental**

#### **3.4.1 Acompanhamento da cultura**

##### **3.4.1.1 Poda**

A poda foi realizada nas cultivares Star, Gupton, Alix Blue, Legacy e Sky Blue. As plantas das cultivares referidas eram bastante jovens, tendo sido realizada uma poda cautelosa de forma a não reduzir a parte aérea a níveis que dificultassem uma colheita razoável. O método consistiu na remoção de ramos interiores, com o objetivo de abrir a copa, ramos cruzados e ramos prostrados ou demasiado baixos, de forma a reduzir a incidência de problemas fitossanitários. Para além do anteriormente referido, foram também removidos os ramos mortos e os ramos excessivamente finos.

A poda foi realizada antes do abrolhamento, durante as duas primeiras semanas de Fevereiro.

##### **3.4.1.2 Tratamentos fitossanitários, fertilizações e regas**

A exploração em causa opera em Modo de Produção Biológico (MPB), o que limita o tipo e quantidade de produtos aplicados em resposta a problemas de fitossanidade. Ao longo do ano verificaram-se apenas problemas relacionados com afídeos e com infestantes, os quais foram tratados de acordo com a prática do agricultor.

A condução da exploração é em modo de produção biológico. As plantas do ensaio seguiram a prática fitotécnica do agricultor.

#### **3.4.2 Delineamento experimental do ensaio**

O campo utilizado foi plantado em 2017. Tem a dimensão de 4 túneis de 40 metros de comprimento, 6,5 metros de largura, e 3,0 metros de altura, com duas linhas de plantas.

O ensaio compreendeu um total de 100 plantas, sendo delineado da seguinte forma:

Cinco cultivares: Star (S), Gupton (G), Alix Blue (AB), Legacy (L) e Sky Blue (SB).

Quatro tratamentos: ar livre (AL), o tratamento controlo, rede cinzenta (RC) permanente, rede branca (RB) temporária (instalada do vingamento ao final da colheita) e polietileno (P) (instalado do abrolhamento ao final da colheita).

Cinco plantas por combinação Túnel x Cultivar.

As plantas foram selecionadas tendo em atenção o seu vigor, por forma a serem o mais homogêneas possível

### **3.4.3 Registos e observações no campo**

Observou-se cada indivíduo e para cada um foi selecionado um ramo do ano anterior (2018) que cumprisse os seguintes requisitos: ramo totalmente lenhificado, comprimento entre 20 e 40 cm, diâmetro constante e não inferior a 3 mm, aspeto saudável e vigoroso.

Nesse ramo foram efetuados os seguintes registos:

- Comprimento total do ramo;
- Comprimento da haste floral (do primeiro gomo floral ao ápice);
- Diâmetro da base do ramo;
- Nº de gomos vegetativos;
- Nº de gomos florais.

Nesse mesmo ramo, imediatamente após o abrolhamento, foi selecionado um gomo floral que apresentasse condições de desenvolvimento promissoras, de forma a evitar escolher um gomo que abortasse. Este gomo foi utilizado para um registo semanal do estado fenológico, utilizando uma escala BBCH adaptada (Santos *et al.*, 2014). Da mesma forma foi selecionado um gomo vegetativo saudável no qual foram realizadas as medições de crescimento vegetativo.

As medições do diâmetro do ramo foram realizadas com um paquímetro analógico, e as medições do comprimento do ramo, crescimento vegetativo e haste floral foram realizadas com uma fita métrica maleável.

Foram medidos os ambientes luminosos debaixo de cada túnel com um ceptómetro (Delta-T Devices SS1 SunScan) e com um espetroradiómetro (Apogee Instruments SS-110). O ceptómetro foi conectado a um PDA (Trimble Nomad 1050) onde os dados foram armazenados e posteriormente transferidos para um computador.

### **3.4.4 Colheita**

A colheita foi realizada manualmente e em intervalos a rondar os 7 dias, quando possível. Os mirtilos foram recolhidos para cestos próprios para o efeito e de seguida para cuvetes de 500g. Foram realizadas sete colheitas, com início a 27 de Maio e finalizando a 24 de Julho.

### **3.4.5 Registos da colheita**

Foram registados os pesos totais por planta e o número de frutos por cada planta, após cada colheita. Foram também realizadas análises ao teor de sólidos solúveis e à matéria seca, com amostras de dez frutos por planta. Estas análises foram realizadas de forma desfasada e alternada, realizando-se apenas uma delas por cada colheita, devido ao reduzido número de frutos de algumas cultivares em certas colheitas e ao facto das análises referidas serem destrutivas.

As pesagens foram realizadas numa balança com precisão de 0,01 g (Mettler PC2000), e a contagem do número de frutos foi realizada manualmente.

A determinação do teor de sólidos solúveis foi realizada com o auxílio de um refratómetro digital (Palette PR-100), sendo que as amostras seleccionadas consistiam de 10 frutos por conjunto planta x túnel, quando possível, e estas sofreram um processo de maceração de forma a separar a polpa do líquido, sendo este último o utilizado nas medições.

O teor de matéria seca foi determinado num forno de secagem (Mettler), com um período de permanência de cerca de 7 dias, a uma temperatura constante de 60°C. As amostras consistiam de 10 frutos por conjunto planta x túnel, quando possível, e foram pesadas antes e depois da secagem.

### **3.5 Tratamento de dados**

O efeito das diferentes coberturas nas diferentes variáveis resposta foi avaliado através de um teste de análise de variância (ANOVA) e do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, quando a admissão dos pressupostos da ANOVA era fortemente abusiva. O tratamento estatístico foi efetuado com recurso ao software R (<https://www.r-project.org/>).

Os dados fenológicos de cada conjunto cultivar x túnel eram compostos por 5 repetições. Devido ao facto da escala utilizada ser baseada em valores numéricos, embora sejam dados qualitativos, e apresentar uma evolução constante em números naturais sem a existência de números não atribuídos, tentou-se ajustar os dados fenológicos a uma função polinomial de segundo grau de forma a tentar estimar em que dia seria atingido cada estado fenológico. As datas de recolha de dados foram convertidas em dias julianos para obter uma série contínua de dias e facilitar os cálculos. Foram seleccionados dois estados fenológicos, o de plena floração e o de início de crescimento do fruto (65 e 71 na escala adaptada de BBCH,

respetivamente), e a partir da equação polinomial de cada conjunto estimaram-se os dias em que cada estado foi atingido, em média, por cada cultivar no seu respetivo túnel.

Os dados foram recolhidos até uma data previamente determinada, a partir da qual começou a ser realizada a colheita, devido ao volume de trabalho de ambas as tarefas. Desta forma, nem todos os conjuntos atingiram o estado fenológico 81 (Início da maturação). Este estado fenológico seria útil para estimar a quantidade de dias necessários para os frutos maturarem, sendo que este intervalo pode ser traduzido pelo número de dias compreendidos entre os estados 71 e 81. Os modelos polinomiais ajustados anteriormente explicavam bastante bem a evolução fenológica das plantas dentro do intervalo em que estes foram recolhidos, estando limitados pela natureza da parábola numa situação de predição futura, sendo que alguns dos modelos atingiam o ponto máximo antes do estado 81. Assim, foi ajustado um modelo linear a cada conjunto, que não apresenta a limitação anterior e permite realizar estimativas para pontos futuros. Com os modelos lineares foram calculados os valores dos estados 71 e 81, não se utilizando os valores referentes ao estado 71 dos modelos polinomiais para evitar discrepâncias induzidas pela utilização de dois modelos diferentes.

Os dados resultantes da colheita, nomeadamente o peso total por planta, foram organizados por conjunto e por número sequencial de colheita. Foram calculadas as somas de peso total por cultivar e túnel, de forma a ser possível representar o peso de cada colheita como uma percentagem do peso total colhido no final do ensaio. Desta forma, foi possível comparar o escalonamento induzido por cada tratamento em cada cultivar.

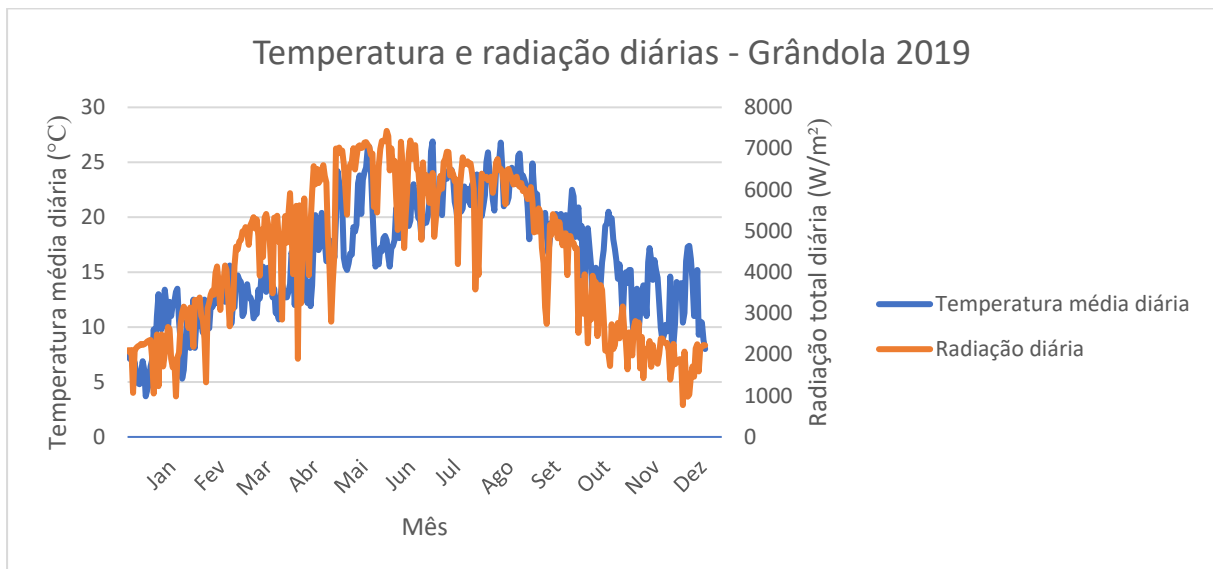
Os dados obtidos com o ceptómetro continham não só os valores de radiação PAR por cada um dos 64 sensores na barra de medição, como também a média e coeficiente de variação entre os valores desses mesmos sensores, automaticamente calculados pelo próprio aparelho. Os dados foram transferidos do PDA para um computador, em formato .csv, e transformados automaticamente pela função de importação de dados .csv do Excel. Durante as medições foi possível atribuir os números 1, 2 e 3 ao parâmetro "Plot", correspondendo cada número a uma localização dentro de cada túnel (ponta Norte, meio, e ponta Sul, respetivamente), obtendo-se assim 3 repetições. Ao parâmetro "Sample" foram atribuídos valores de 1 a 16, correspondendo a cada medição efetuada por repetição, sendo que foram realizadas duas medições por repetição em cada túnel (uma com a barra apontada a Sul e outra com a barra apontada a Este), num total de quatro túneis, com duas medições de controlo (fora do túnel) imediatamente antes de cada conjunto de duas medições no interior do túnel, de forma a verificar se as possíveis alterações em cada medição tinham influência de factores externos, tais como nuvens ou a posição do sol.

Os dados obtidos com o espectroradiómetro ficaram imediatamente armazenados no computador, devido à necessidade destes dois estarem conectados para se realizar uma medição. Foram realizadas 3 repetições por túnel, com controlos imediatamente antes, no mesmo formato das medições do ceptómetro descritas anteriormente. Neste caso o processo repetiu-se de forma a obter não só dados de fluxo de fotões como também de fluxo de energia. Os dados obtidos estavam em formato .csv e foram transformados tal como os anteriores. Neste caso, o aparelho atribuiu um valor a cada comprimento de onda, desde os 340 aos 820nm. O aparelho realizou a medição da intensidade da PAR, o “Integrated Total”, de forma automática, que corresponde à soma de valores entre 400 a 700nm (PAR).. Para além destes valores, foi calculada também a fração PAR na luz total (a percentagem de radiação incidente total composta pelo Integrated Total).

## 4. Resultados e Discussão

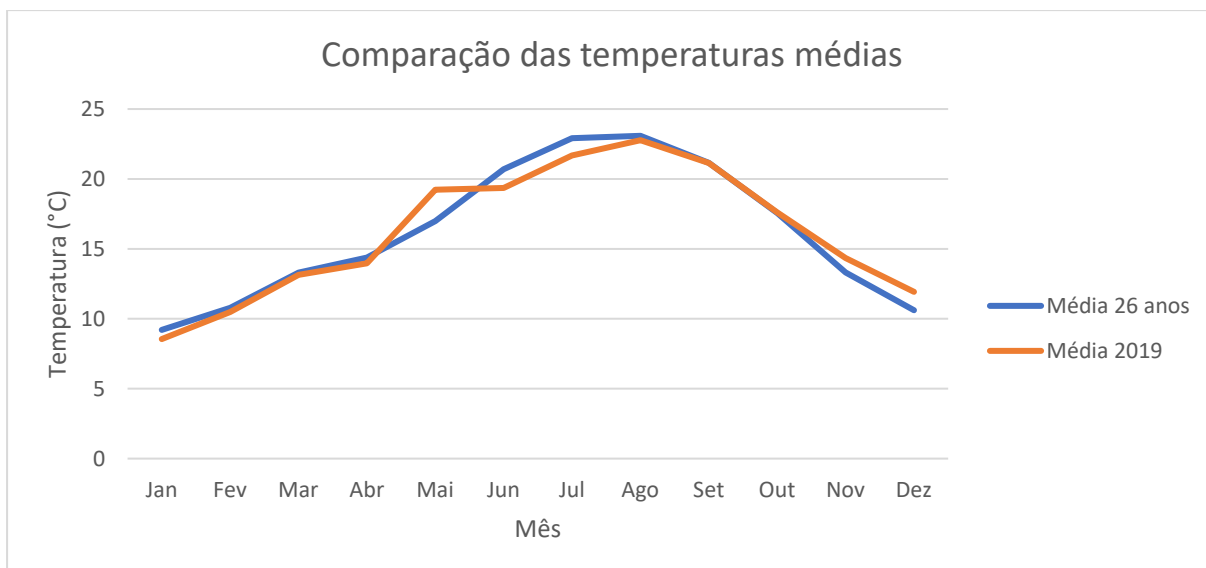
### 4.1 Análise climática

Na figura 4, podem verificar-se as variações da temperatura média diária e da radiação total diária, para o ano em que o ensaio foi realizado (2019). Os dados foram retirados do *site* do SNIRH (<https://snirh.apambiente.pt/>), tendo sido necessário corrigir algumas falhas com dados retirados da mesma estação mas de séries diferentes.



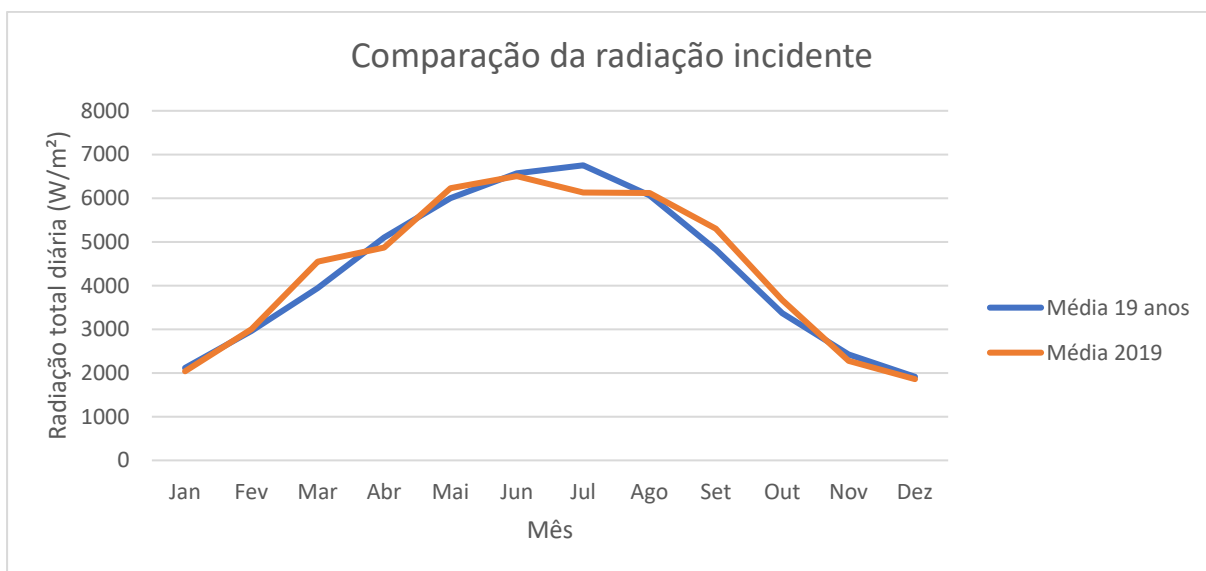
**Figura 4** - Temperatura e radiação no local em estudo.

Sintetizando os dados da temperatura acima representados, foi possível criar uma série com a temperatura média de cada mês. Esta série foi comparada com uma média de 26 anos (de 1983 a 2009, pois a estação meteorológica de Grândola, a mais próxima do local em estudo que garantia dados de qualidade, apresentava falhas nos dados entre 2010 e 2014) na figura 5, sendo assim possível verificar que o ano de 2019 foi representativo do clima do local.



**Figura 5** - Temperaturas médias em Grândola.

Foi ainda possível realizar o mesmo processo para a radiação incidente, os resultados indicam, mais uma vez, que 2019 foi um ano típico. A média deste parâmetro foi apenas de 19 anos (2001 a 2020), devido à disponibilidade dos dados.



**Figura 6** - Radiação incidente em Grândola.

A precipitação no local não foi significativa tendo-se registado um número de fenómenos reduzido, para além do facto das plantas em estudo estarem sob cobertura e não serem influenciadas pela precipitação, exceto no caso do controlo.

## 4.2 Fenologia

No quadro 2 apresentam-se os estados fenológicos médios de cada conjunto em cada data, em dias julianos acima e em dia/mês abaixo. Estes dados mostram uma clara diferença entre cultivares, sendo possível verificar que a fenologia é distinta em cada data para cada cultivar. No ar livre, as cultivares Sky Blue (SB), Gupton (G) e Alix Blue (AB) apresentam um comportamento semelhante, menos temporãs que a Legacy (L) e esta menos temporã que a Star (S). No polietileno, as diferenças são menores, mas mantém-se a tendência, em termos de antecipação,  $SB < AB < G < L < S$ . Na rede branca, a SB demonstra menor antecipação, depois a AB e, com um comportamento semelhante e intermédio, seguem-se a G e a L, e depois a S, a mais temporã. Na rede cinzenta, o padrão do plástico mantém-se. Olhando para os resultados globalmente, sugere-se que em termos de antecipação da produção,  $SB < AB < G < L < S$ .

Menos evidente, mas ainda assim presente, é a diferença entre tratamentos para uma dada cultivar, verificando-se também algum avanço ou atraso nesta vertente. Os resultados apontam para uma maior antecipação da produção nas plantas ao ar livre (AL) e/ou com polietileno (P) (função da cultivar), conferindo as redes (rede branca (RB) e rede cinzenta (RC)) um maior atraso.

**Quadro 2** – Fenologia de acordo com a escala BBCH adaptada observada no ensaio. (A linha de cima apresenta a data em dias julianos. AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue).

Conjunto/ Dias	43	50	59	66	72	79	86	93	99	107	115	121	133	141
	12	19	28	07	13	20	27	3	9	17	25	1	13	21
	Fev	Fev	Fev	Mar	Mar	Mar	Mar	Abr	Abr	Abr	Abr	Mai	Mai	Mai
AL/SB	50	50	55	56	56	57	59	66	68	71	71	72	74	74
AL/L	56	57	60	61	63	66	69	72	75	76	76	76	76	77
AL/S	62	65	68	66	71	72	73	75	78	78	78	78	82	83
AL/G	50	51	55	56	56	57	59	67	70	71	72	72	72	73
AL/AB	51	51	56	57	57	60	65	69	72	74	74	74	74	77
P/SB	50	50	52	54	55	57	59	65	67	70	71	72	72	72
P/L	54	56	59	61	62	66	68	71	73	75	75	75	75	78
P/S	61	63	67	68	70	72	73	75	78	78	79	81	84	85
P/G	51	52	55	56	57	59	61	68	72	74	75	75	76	77
P/AB	51	51	55	57	58	66	68	70	73	75	75	75	77	82
RB/SB	50	50	53	56	56	57	58	63	66	68	69	71	71	71
RB/L	54	55	57	59	62	67	68	71	73	73	73	73	73	75
RB/S	57	60	65	67	67	71	72	73	76	76	76	76	81	83
RB/G	51	51	54	56	57	59	61	68	71	73	73	73	73	74
RB/AB	51	52	55	56	57	60	62	67	71	73	73	73	73	75
RC/SB	51	51	53	55	56	57	59	66	68	71	71	71	71	71
RC/L	55	55	59	61	61	66	68	71	72	74	74	74	74	74
RC/S	60	60	66	68	68	72	72	74	75	75	75	75	82	83
RC/G	51	51	52	55	56	57	59	66	68	72	72	72	73	74
RC/AB	51	51	55	57	58	60	63	70	71	73	74	74	75	76

Os estados fenológicos são de natureza qualitativa, sendo a sua manipulação um pouco limitada por esta mesma natureza. Neste trabalho, procurou-se contornar esta limitação recorrendo a uma abordagem, eventualmente abusiva do ponto de vista conceptual, que consistiu em discretizar a variável de natureza qualitativa, por forma a conseguir formalizar um modelo que ajudasse a compreender, e a prever, a evolução fenológica. Esta opção prendeu-se com o facto de não estarem disponíveis dados meteorológicos dos diferentes túneis, correspondentes a cada uma das coberturas, que seriam necessários para o cálculo dos integrais térmicos inerentes a cada estado fenológico, base dos estudos comumente realizados de fenologia.

A criação dos modelos polinomiais e lineares ajudou a interpretar estes resultados, tornando possível atribuir uma data média para cada conjunto atingir um determinado estado fenológico. Desta forma, tornou-se não só possível avaliar a antecipação da produção geral que cada tratamento induziu, como também avaliar cada cultivar individualmente de forma a conseguir entender melhor o comportamento das plantas quando avaliadas em outros parâmetros.

Usaram-se modelos polinomiais (quadro 3) para tentar estimar os estados fenológicos da plena floração (65) e o início de crescimento do fruto (71), enquanto os modelos lineares estimaram a data de ocorrência do estado de início de crescimento do fruto (71) e de início de maturação do fruto (81) (quadro 4).

Apresentam-se nos quadros 3 e 4 os resumos das equações produzidas pelos ajustamentos polinomiais e lineares, respetivamente. As equações produzidas pelos modelos polinomiais são do tipo  $y = ax^2 + bx + c$ , e as produzidas pelos modelos lineares são do tipo  $y = ax + b$ , sendo que nestes quadros as componentes  $a$ ,  $b$  e  $c$  estão representadas por estas mesmas letras. Os ajustamentos produzidos eram de elevada especificidade, contendo mais casas decimais do que as apresentadas nos quadros, esta alteração foi realizada de forma a simplificar a apresentação das equações.

Nos quadros 5 e 6 é possível verificar que os ajustamentos polinomiais e lineares, respetivamente, são de elevada fiabilidade visto que no primeiro caso o  $R^2$  médio é de 0.954, e no segundo caso é de 0.928. Comprova-se assim, também, que o ajustamento polinomial é de maior fiabilidade que o linear, sendo no entanto impossível utilizar este primeiro para toda a gama de estados fenológicos visto que o ponto de inflexão da parábola, em alguns casos, implicava uma redução de estados fenológicos em datas mais avançadas. O modelo linear não apresenta este problema, sendo então viável para estimar a fenologia mais avançada, sem grande perda de fiabilidade nos resultados, como verificado pelo facto de ambos os modelos produzirem resultados bastante semelhantes no estado 71, e mesmo quando estes diferem em número absoluto as relações entre tratamentos e cultivares mantêm-se.

**Quadro 3** - Descrição dos ajustamentos polinomiais dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

Cultivar/Tratamento		SB	L	S	G	AB
AL	a	-0,001	-0,002	-0,001	-0,001	-0,002
	b	0,415	0,632	0,360	0,500	0,661
	c	32,019	30,565	48,536	29,276	23,412
P	a	-0,001	-0,002	-0,001	-0,001	-0,002
	b	0,468	0,638	0,408	0,498	0,659
	c	29,082	28,778	44,821	29,275	23,404
RB	a	-0,001	-0,003	-0,001	-0,002	-0,001
	b	0,384	0,734	0,495	0,584	0,549
	c	33,343	24,835	39,249	25,763	27,819
RC	a	-0,001	-0,002	-0,001	-0,001	-0,002
	b	0,496	0,683	0,373	0,453	0,610
	c	28,934	27,722	45,781	29,892	25,279

**Quadro 4** - Descrição dos ajustamentos lineares dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

Cultivar/Tratamento		SB	L	S	G	AB
AL	a	0,279	0,243	0,206	0,270	0,296
	b	37,631	46,554	54,837	38,720	38,406
P	a	0,278	0,258	0,248	0,306	0,329
	b	36,885	44,383	51,406	37,171	36,989
RB	a	0,250	0,238	0,243	0,287	0,283
	b	38,868	45,210	49,596	37,964	38,740
RC	a	0,263	0,226	0,217	0,288	0,295
	b	38,497	46,520	52,194	36,692	38,199

**Quadro 5** - R<sup>2</sup> dos ajustamentos polinomiais dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

<b>Cultivar/Tratamento</b>	<b>AL</b>	<b>P</b>	<b>RB</b>	<b>RC</b>
<b>SB</b>	0,945	0,939	0,958	0,926
<b>L</b>	0,959	0,979	0,964	0,968
<b>S</b>	0,971	0,995	0,971	0,939
<b>G</b>	0,926	0,938	0,941	0,940
<b>AB</b>	0,952	0,967	0,947	0,960

**Quadro 6** - R<sup>2</sup> dos ajustamentos lineares dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

<b>Cultivar/Tratamento</b>	<b>AL</b>	<b>P</b>	<b>RB</b>	<b>RC</b>
<b>SB</b>	0,940	0,929	0,951	0,910
<b>L</b>	0,905	0,932	0,875	0,884
<b>S</b>	0,958	0,985	0,947	0,928
<b>G</b>	0,910	0,929	0,918	0,933
<b>AB</b>	0,919	0,945	0,928	0,935

**Quadro 7** - Datas obtidas a partir dos ajustamentos polinomiais dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

Conjunto/Estado	65	71
AL/SB	96	119
AL/L	72	93
AL/S	52	76
AL/G	93	119
AL/AB	84	106
P/SB	98	123
P/L	75	96
P/S	56	77
P/G	88	108
P/AB	81	99
RB/SB	102	130
RB/L	76	99
RB/S	63	84
RB/G	89	113
RB/AB	88	112
RC/SB	97	124
RC/L	75	99
RC/S	60	84
RC/G	96	119
RC/AB	86	107

**Quadro 8** - Datas obtidas a partir dos ajustamentos lineares dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

Conjunto/Estado	71	81
AL/SB	120	156
AL/L	101	142
AL/S	78	127
AL/G	120	157
AL/AB	110	144
P/SB	123	159
P/L	103	142
P/S	79	119
P/G	110	143
P/AB	104	134
RB/SB	129	169
RB/L	108	150
RB/S	88	129
RB/G	115	150
RB/AB	114	149
RC/SB	124	162
RC/L	108	153
RC/S	87	133
RC/G	119	154
RC/AB	111	145

Os resultados relevantes dos ajustamentos polinomiais anteriores podem ser resumidos da forma apresentada no quadro 9, em que é possível constatar uma tendência por parte dos tratamentos AL e P em antecipar a produção na generalidade dos estados fenológicos da cultura, sendo também de referir que o ar livre acompanhou o polietileno na antecipação da floração, em relação às redes. Por outro lado, ambas as redes parecem ter induzido um ligeiro atraso no desenvolvimento das plantas, em magnitudes semelhantes. As cultivares apresentam um comportamento totalmente diferente, com a S mais uma vez a demonstrar um potencial muito mais temporão, seguida da L, AB, G, e finalmente a SB com o comportamento mais tardio. Estes resultados estão em total acordo com os dados apresentados anteriormente

(quadro 2), evidenciando a precisão do ajustamento polinomial no ajuste entre os estados 65 e 71.

Resumem-se também os ajustamentos lineares entre os estados 71 e 81 no quadro 10, em que as conclusões são idênticas, com a exceção das cultivares L e AB trocarem de posição no estado 81, sendo a AB ligeiramente mais temporã. Esta diferença é, no entanto, pouco significativa e não parece comprometer o ajustamento no seu todo.

Verificam-se diferenças na data em que cada cultivar atinge o estado 71 entre os dois modelos, devido aos diferentes métodos de obtenção dos ajustamentos utilizados. No entanto, tanto os modelos polinomiais como os modelos lineares apresentaram  $R^2$  bastante elevados (geralmente acima de 0,9), revelando-se bons estimadores dos dados reais obtidos.

**Quadro 9** - Resumo dos ajustamentos polinomiais dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

Variáveis	Média do estado	DP (65)	Média do estado	DP (71)
	65 (dias)		71 (dias)	
AL	80	18	103	19
P	80	16	101	17
RB	84	15	107	17
RC	83	15	107	16
SB	98	3	124	5
L	74	2	97	3
S	58	5	80	4
G	92	4	115	5
AB	85	3	106	5

**Quadro 10** - Resumo dos ajustamentos lineares dos modelos preditivos da fenologia. (AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

Variáveis	Média do estado 71 (dias)	DP (71)	Média do estado 81 (dias)	DP (81)
<b>AL</b>	106	17	145	12
<b>P</b>	104	16	139	14
<b>RB</b>	111	15	149	14
<b>RC</b>	110	14	149	11
<b>SB</b>	124	4	161	6
<b>L</b>	105	4	147	6
<b>S</b>	83	5	127	6
<b>G</b>	116	4	151	6
<b>AB</b>	110	4	143	7

No quadro 11, resumem-se os resultados dos ajustamentos polinomiais, de forma a avaliar quantos dias são necessários para amadurecer 10% da fruta desde o vingamento. Neste caso, as tendências das cultivares são bastante diferentes, com a AB a amadurecer a fruta mais rapidamente, seguida da G, SB, L, e finalmente a S. Assim, o facto de algumas cultivares atingirem certos estados mais rapidamente/lentamente não significa necessariamente que o comportamento apresentado nos subseqüentes estados seja idêntico, evidenciando as diferentes necessidades e comportamentos das cultivares em estudo.

Os tratamentos variaram a sua influência de acordo com as cultivares, sendo que a cobertura com polietileno demonstrou em todos os casos maior antecipação da produção, manifestada pelo menor tempo de maturação da fruta. As plantas com cobertura de rede de ensombramento (RB e RC) foram consistentemente mais tardias que o tratamento P, sendo que não demonstraram o maior atraso no tempo de maturação em todos os casos. Na cultivar L o tratamento RC foi o mais demorado, enquanto nas cultivares SB e AB o tratamento com tempo de maturação mais prolongado foi o RB. O tratamento AL, no entanto, não demonstrou nenhuma tendência fixa, variando bastante entre temporão e tardio dependendo da cultivar, sendo inclusive o tratamento com tempo de maturação mais longo no caso da S e G.

Assim, conclui-se que o polietileno apresenta uma capacidade generalizada de acelerar a cultura, independentemente da cultivar, mas atingir o máximo potencial de atraso não pode ser reduzido à utilização de uma cobertura, sendo um processo mais complexo e que requer o entendimento da interação entre a genética da planta e a cobertura utilizada, bem como eventuais factores externos. A utilização dos modelos sugere que a SB é a cultivar menos

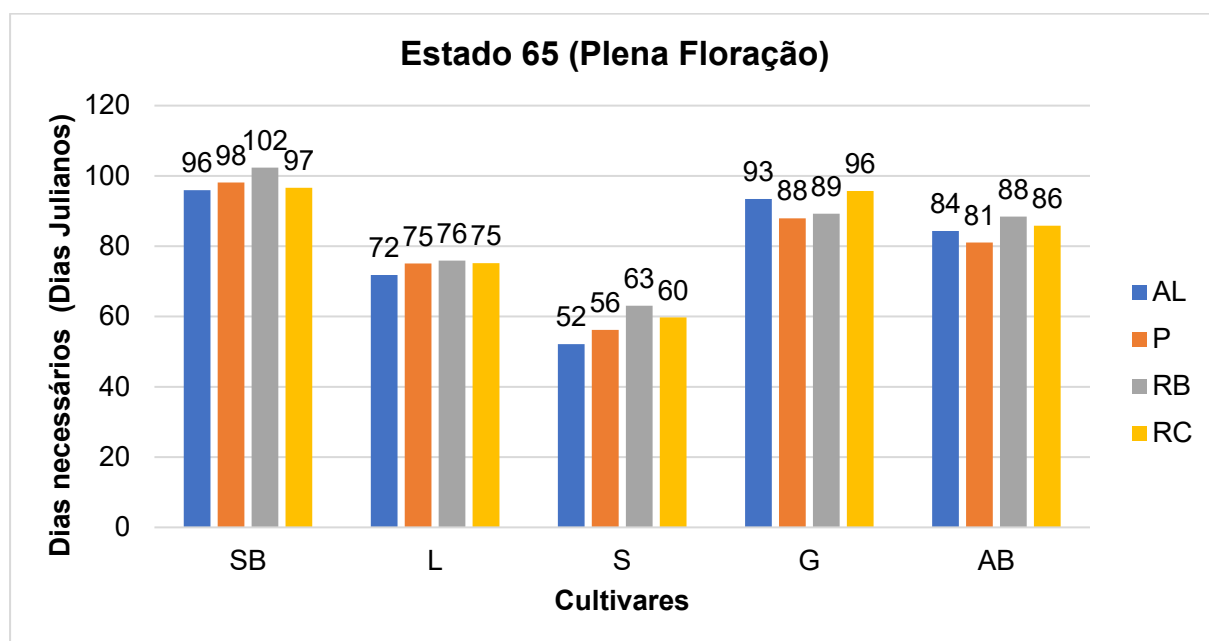
temporã, seguida da G, depois da AB, da L e finalmente da S, a cultivar que sugere maior antecipação. Em termos de tratamentos, o AL e o P induzem maior antecipação que as redes.

**Quadro 11** - Tempo de maturação de cada conjunto (Tratamento/cultivar). (AL-Ar Livre; P- Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.)

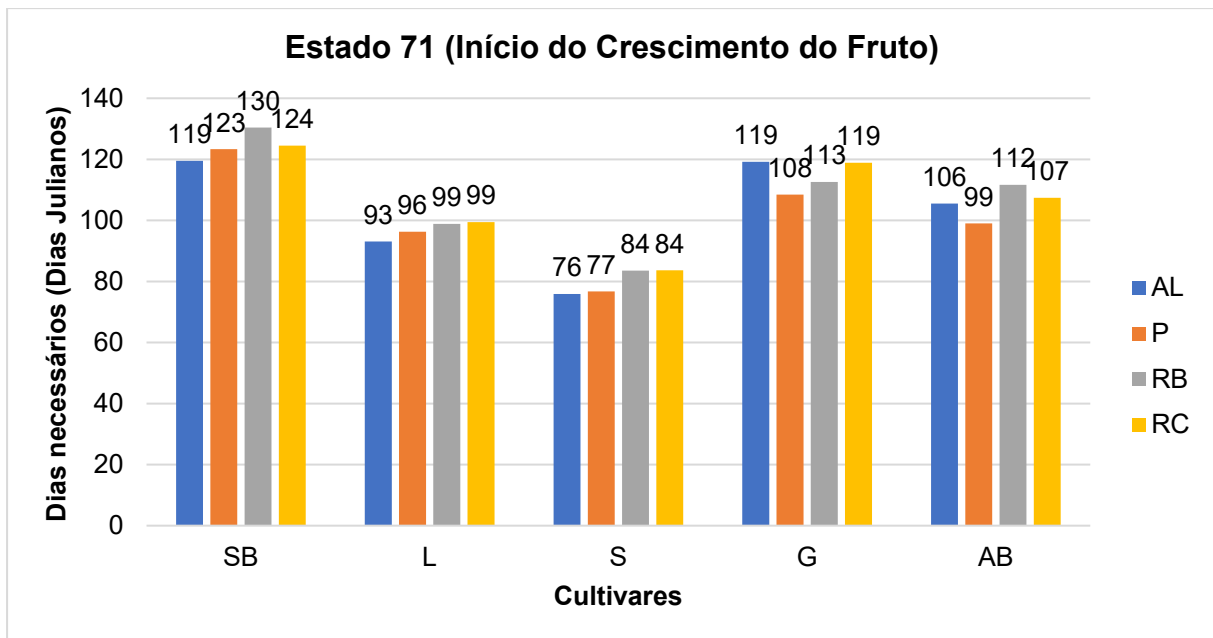
Túnel	Cultivar	Tempo de maturação	Média	Amplitude do período
AL	SB	36	37	4
P	SB	36		
RB	SB	40		
RC	SB	38		
AL	L	41	42	5
P	L	39		
RB	L	42		
RC	L	44		
AL	S	49	44	9
P	S	40		
RB	S	41		
RC	S	46		
AL	G	37	35	4
P	G	33		
RB	G	35		
RC	G	35		
AL	AB	34	33	5
P	AB	30		
RB	AB	35		
RC	AB	34		

Mais uma vez, verifica-se que o tratamento com polietileno produz os resultados com maior potencial de adiantar a data de colheita, em média. É, no entanto, relevante notar que as diferentes cultivares apresentaram comportamentos mais díspares que as diferenças induzidas pelas coberturas. Ainda que significativas, as diferenças entre tratamentos são inferiores às naturalmente ocorrentes entre cultivares mais ou menos temporãs, demonstrando assim claramente que a abordagem indicada para o caso em estudo seria aliar os potenciais genéticos disponíveis com as coberturas de forma a ampliar tendências já existentes. Assim sendo, no caso em estudo, seria desejável aplicar a cobertura de polietileno às cultivares Star e Legacy, potenciando o seu carácter temporão já existente, visto que estas responderam positivamente ao tratamento com polietileno. A cultivar AB apresenta um

comportamento intermédio em termos de antecipação natural da produção, sendo que o tratamento P produz diferenças significativas em termos de redução de tempo de maturação, enquanto os tratamentos RB e RC não produziram diferenças de magnitude comparável, sendo assim uma cultivar mais adaptada à aplicação de polietileno com a perspetiva de adiantar a data de colheita. A cultivar G apresenta um comportamento tardio natural, e parece responder positivamente a qualquer tratamento aplicado, reduzindo o tempo de maturação da fruta, sendo porventura mais adaptada a um cultivo em ar livre, com o objetivo de prolongar a sua colheita. A cultivar SB foi afetada pelos tratamentos RB e RC mas não pelo P, prolongando o tempo de maturação da fruta e adaptando-se assim a um cultivo sob rede de ensombramento de forma a potenciar a sua tendência mais tardia. O que acima se diz reflete-se nas figuras 7 e 8, onde são visíveis as diferenças entre os tratamentos no que respeita ao número de dias médio necessário para atingir os estados fenológicos 65 e 71. De facto,, embora o tratamento P não tenha adiantado a ocorrência dos estados fenológicos nas cultivares S e L, é visível a antecipação natural destas cultivares que, quando conjugada com a redução de tempo de maturação, produz um ganho líquido de antecipação na colheita no caso da cultivar S; a utilização do tratamento P com a cultivar L não só garante segurança na manutenção da antecipação natural face ao AL (o efeito de uma meteorologia menos favorável seria atenuado), como também confere vantagens a nível de concentração de colheita, como será possível constatar mais à frente.



**Figura 7** - Dias julianos a que o estado fenológico 65 foi atingido por cada conjunto (Tratamento/cultivar). AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.



**Figura 8** - Dias julianos a que o estado fenológico 71 foi atingido por cada conjunto (Tratamento/cultivar). AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

#### 4.3 Biometria

A evolução da biometria referente ao ramo do ano anterior foi analisada em termos do comprimento total, comprimento da haste floral, diâmetro, número de gomos total e número de gomos florais. As medições obtidas em relação a cada parâmetro foram sujeitas ao teste de Kruskal-Wallis, cujos resultados se encontram resumidos nos quadros 12 a 16, respetivamente. O comprimento total do ramo foi definido previamente, de maneira a que todos os ramos escolhidos fossem comparáveis. Assim sendo, não é surpreendente que este parâmetro não tenha variado significativamente entre tratamentos nem cultivares.

O comprimento da haste floral não parece ter sido afetado pelo tratamento, embora seja relevante salientar que nem todos os tratamentos do ano anterior ao ensaio foram idênticos aos do ano em estudo, logo a diferenciação floral foi afetada de forma não quantificável. De qualquer forma, este parâmetro manteve-se estável entre túneis, e variou significativamente com a cultivar. Isto indica que o comprimento da haste floral é, muito provavelmente, fortemente influenciado pela genética da planta.

O diâmetro do ramo foi, também, determinado previamente. A variação entre tratamentos pode ser atribuída a falhas no processo de seleção do ramo. A ausência de variação entre cultivares e os desvios padrão bastante baixos suportam a hipótese anterior, na medida em que demonstra que o diâmetro não foi aleatoriamente escolhido, mas sim selecionado de entre uma gama estrita. No entanto, a variação pode ter outra explicação na medida em que os

ramos foram selecionados de forma a não só serem uniformes dentro de uma gama pré-definida, como também de maneira a serem representativos do tipo de ramo encontrado no respetivo túnel. Assim, variações entre tratamentos podem dever-se ao facto do tratamento aplicado no ano anterior ter influenciado o vigor médio dos ramos existentes no ano em estudo, sendo possível inferir que o facto da rede cinzenta não ter sido retirada desde o início da campanha de 2018 possa ter levado a que o vigor médio dos ramos nesse túnel tenha sofrido um decréscimo e isso seja refletido no facto do diâmetro dos ramos escolhidos nesse túnel ser ligeiramente inferior aos restantes, embora ainda significativamente. Esta hipótese é suportada pelo facto do número de gomos total ter sido também afetado negativamente neste tratamento, sendo este parâmetro um indicador geral do vigor do ramo em causa, bem como o diâmetro.

As variações significativas dos números de gomos totais e florais eram esperadas em relação às cultivares, pois este parâmetro é bastante influenciado pela componente genética da planta. É necessário ter cautela ao analisar a variação do número de gomos florais em relação ao tratamento visto que, mais uma vez, alguns dos tratamentos foram diferentes no ano anterior.

A classificação das cultivares em relação a cada um destes parâmetros não aparenta ser constante, servindo estes resultados apenas como uma referência do potencial genético demonstrado por cada cultivar, que pode vir a ser útil na análise dos resultados da colheita.

**Quadro 12** - Comprimento médio dos ramos escolhidos.

Comprimento total		
Variáveis	Média (cm)	DP
AL	27,4 a	6,1
P	27,4 a	5,8
RB	24,5 a	5,3
RC	25,2 a	6,7
SB	28 a	6,9
L	26,4 a	4,7
S	25,7 a	5,8
G	25,6 a	5,5
AB	24,9 a	7,3

**Quadro 13** – Comprimento médio da haste floral.

Comprimento da haste floral		
Variáveis	Média (cm)	DP
AL	3,2 a	3,2
P	4a	4
RB	5,1 a	4,8
RC	3,5 a	3,5
SB	7,2 a	4,8
L	3,9 b	2,3
S	1 c	1,5
G	6,4 ab	3,8
AB	1,4 c	1,8

**Quadro 14** - Diâmetro médio dos lançamentos.

Diâmetro		
Variáveis	Média (cm)	DP
AL	0,392 a	0,074
P	0,379 a	0,058
RB	0,355 ab	0,049
RC	0,333 b	0,050
SB	0,365 a	0,061
L	0,374 a	0,077
S	0,374 a	0,058
G	0,349 a	0,057
AB	0,363 a	0,059

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ . AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

**Quadro 15** - Nº de gomos médio observado em cada lançamento.

Nº de gomos total		
Variáveis	Média	DP
AL	16,3 a	3,6
P	15,6 ab	3,7
RB	15,4 ab	4,3
RC	14,3 b	3,9
SB	14,8 bc	3,4
L	18,2 a	4
S	15,3 b	3,5
G	13 c	3
AB	15,8 b	3,8

**Quadro 16** - Nº de gomos florais médio observado por lançamento.

Nº de gomos florais		
Variáveis	Média	DP
AL	4,2 a	3
P	3,6 a	2,1
RB	4,1 a	2,9
RC	3,1 a	1,9
SB	5,9 a	2,9
L	4,1 b	1,7
S	2,1 c	1,3
G	4,8 ab	2,4
AB	2 c	1

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ .

AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

O crescimento do ramo do ano apresentou os resultados evidenciados no quadro 17, sendo interessante notar que o tratamento não parece ter afetado o crescimento vegetativo das plantas no ano do ensaio. As cultivares apresentaram crescimentos diferentes, como seria de esperar. Estes resultados parecem indicar que a influência dos tratamentos não foi de uma magnitude suficiente para afetar o desenvolvimento vegetativo das plantas de forma significativa, o que neste caso é positivo pois um dos objetivos da utilização das coberturas neste ensaio seria influenciar o mínimo possível todos os parâmetros que não fossem relacionados com a data de produção, embora um acréscimo de produção total fosse desejável mas não planeado.

**Quadro 17** - Crescimento total médio do lançamento do ano.

<b>Crescimento do ramo</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Média (cm)</b>	<b>DP</b>
<b>AL</b>	9,8 a	6,4
<b>P</b>	9,8 a	5,6
<b>RB</b>	10,8 a	5,3
<b>RC</b>	8,8 a	5,3
<b>SB</b>	11,3 ab	6,6
<b>L</b>	14,6 a	5,7
<b>S</b>	6,6 d	3,9
<b>G</b>	9,6 bc	3
<b>AB</b>	7,1 cd	4,4

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ .

AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

#### **4.4**

##### **Produção**

Em baixo, o quadro 18 mostra os resultados obtidos em relação ao número total de frutos produzidos. Em termos de número total de frutos produzidos, a diferença entre o controlo, o plástico e a rede branca não foi significativa, com a rede branca a produzir o maior número e a rede cinzenta com a menor produção, com uma diferença de 56 frutos entre estes dois últimos tratamentos. Esta diferença de número de frutos, aliada ao calibre médio da fruta de cerca de 2,4 gramas produz diferenças superiores a 100 gramas por planta, o que no caso das plantas em estudo é bastante significativo, podendo mesmo significar um acréscimo de cerca de 50% na produção, e em termos absolutos, no caso em estudo, cerca de 0,5 ton/ha.

As cultivares apresentaram claras distinções, com a Legacy e Gupton destacadas em primeiro lugar, a Alix Blue a assumir o lugar intermédio, e a Sky Blue e Star a apresentarem resultados cerca de cinco vezes inferiores às cultivares mais produtivas. Estes valores devem, no entanto, ser analisados com alguma precaução, dada a enorme heterogeneidade verificada entre as plantas de cada variedade, que se refletiu nos grandes desvios-padrão verificados.

**Quadro 18** - Número de frutos médio colhido por planta.

<b>Nº de Frutos por planta</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>AL</b>	105,3 ab	79,1
<b>P</b>	109,2 ab	84,9
<b>RB</b>	151,9 a	90,5
<b>RC</b>	95 b	77,3
<b>SB</b>	32,9 c	23,6
<b>L</b>	189,2 a	75,5
<b>S</b>	40,7 c	43,7
<b>G</b>	179,2 a	53,5
<b>AB</b>	134,8 b	54,1

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ .

AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

Torna-se imperativo avaliar o peso total de produção (quadro 19) e, conseqüentemente, o calibre dos frutos, avaliado pelo peso médio (quadro 20). O calibre não foi significativamente afetado pelos tratamentos, mantendo-se por volta dos 2,4 gramas por fruto, pelo que os resultados relativos ao peso total de produção são bastante comparáveis aos anteriores, referentes ao número de frutos. Mais uma vez, a rede branca apresenta um desempenho superior, com a rede cinzenta e o controlo a exibirem os piores resultados. As cultivares tiveram desempenhos bastante diferentes, com a Alix Blue, Gupton e Legacy juntas em primeiro lugar e com produções médias a variar apenas cerca de 70 gramas. A Sky Blue e a Star produziram bastante menos que as restantes, com um intervalo de cerca de 330 gramas para as cultivares mais produtivas. É de salientar que os tratamentos não induziram variações significativas no calibre, aspecto importante em termos de valorização comercial.

Tanto a Sky Blue como a Star apresentaram calibres reduzidos, sendo que a Alix Blue e a Gupton apresentaram calibres bastante elevados, especialmente a Alix Blue. A Legacy

apresentou um calibre tão reduzido quanto as duas piores cultivares, apresentando no entanto um número total de frutos muito elevado, aproximando-se assim das cultivares mais produtivas do ensaio em termos de peso total.

**Quadro 19** - Peso total médio colhido por planta.

Peso total colhido por planta		
Variáveis	Média (g)	DP
AL	253b	197,7
P	262,8 ab	211,6
RB	363,3 a	207,5
RC	227,7 b	173
SB	63,1 b	46,4
L	366,3 a	127,2
S	88,4 b	98,3
G	437,6 a	124,9
AB	428 a	153

**Quadro 20** - Peso médio de cada fruto colhido.

Peso de cada fruto		
Variáveis	Média (g)	DP
AL	2,4 a	0,5
P	2,3 a	0,6
RB	2,5 a	0,8
RC	2,5 a	0,6
SB	2,1 d	0,8
L	2 cd	0,3
S	2,2 c	0,3
G	2,5 b	0,3
AB	3,2 a	0,3

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de

Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ . AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta. SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

O teor de sólidos solúveis, medido em °Brix, foi afetado pelos tratamentos embora a variação entre os valores médios máximo e mínimo, correspondente ao controlo e à rede cinzenta, respetivamente, tenha sido de apenas 1.4 °Brix (quadro 21). Esta variação, apesar de significativa, não é mais elevada do que o esperado. Sendo a luz um factor importante no processo de maturação do fruto, a utilização de qualquer dispositivo que induza a redução da quantidade de luz disponível para as plantas poderá causar menor acumulação de açúcares e, assim, produzir diferenças nas qualidades organolépticas da fruta quando comparada com um controlo.

**Quadro 21** - Teor de sólidos solúveis médio presente na fruta colhida.

Teor de sólidos solúveis		
Variáveis	Média (°Brix)	DP
AL	14,84 a	1,2
P	14,7 a	1,6
RB	14,1 ab	1,8
RC	13,5 b	1,6
SB	13,7 c	1
L	14,0 bc	1,8
S	15,9 a	1,5
G	13,4 c	1,3
AB	14,5 b	1

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ .

AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

Por outro lado, o teor de matéria seca apresenta uma variação relativamente elevada entre tratamentos, especialmente no caso do plástico, que se destaca claramente em primeiro lugar (quadro 22). Este desvio pode dever-se a um fenómeno observado no campo na altura das colheitas mais tardias, em que a fruta das plantas sob a cobertura de plástico possuía uma aparência desidratada, muito provavelmente derivada do calor excessivo que se fazia sentir no interior do túnel. Esta desidratação pode ter conferido um menor teor de água aos frutos e, por consequência, um maior teor de matéria seca. Este problema verificou-se no local em estudo ao longo de alguns dias em que as temperaturas foram especialmente elevadas, em meados de Junho. Uma remoção da cobertura de plástico, ou mesmo o aumento da ventilação através da subida das laterais da cobertura quando a previsão meteorológica anunciar temperaturas muito elevadas podem ser medidas a equacionar na realização de um próximo ensaio no mesmo local.

**Quadro 22** - Teor de matéria seca médio da fruta colhida.

Teor de matéria seca		
Variáveis	Média (%)	DP
<b>AL</b>	16,8 b	1,1
<b>P</b>	18,2 a	1,6
<b>RB</b>	16,8 b	1,5
<b>RC</b>	15,6 c	1,8
<b>SB</b>	17,5 a	1,3
<b>L</b>	17,8 a	1,9
<b>S</b>	17,3 ab	1,4
<b>G</b>	15,5 c	1,3
<b>AB</b>	16,4 bc	1,8

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ .  
AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.  
SB-Sky Blue; L-Legacy; S-Star; G-Gupton; AB-Alix Blue.

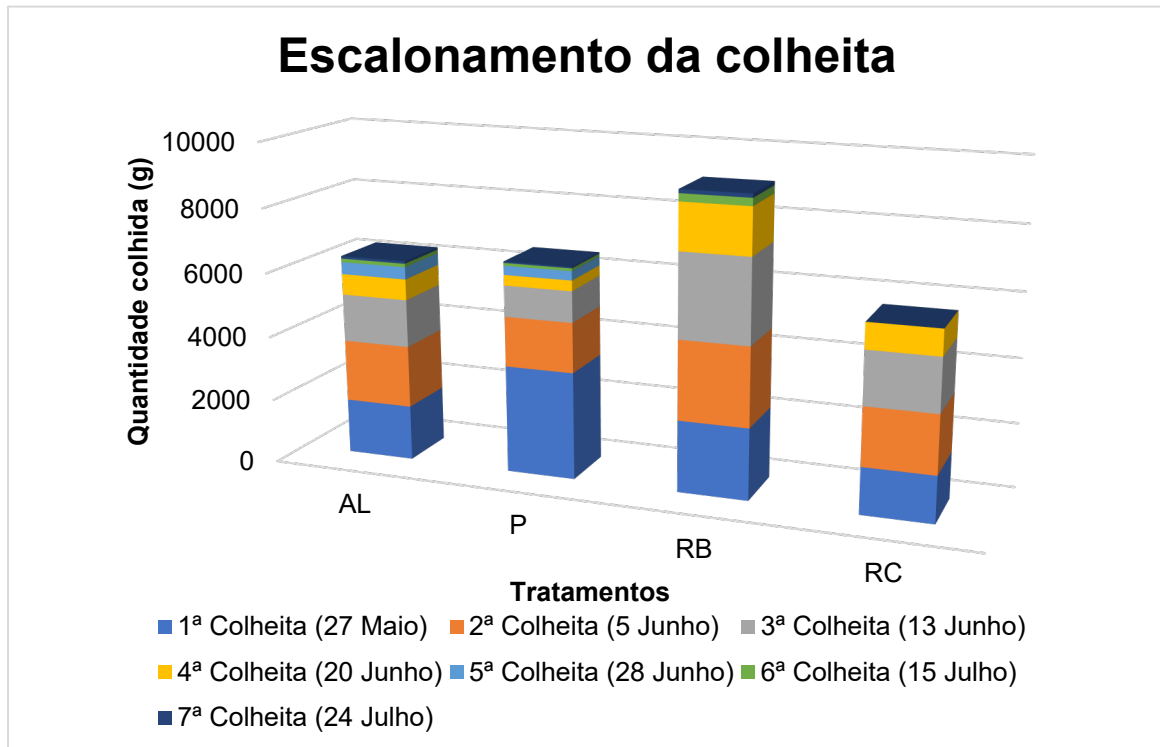
Em termos de produtividade absoluta e qualidade da produção, os tratamentos parecem ter uma influência reduzida, o que se revela bastante positivo visto que o objetivo do uso das coberturas passa por alterar a data de colheita, tentando manter todos os outros parâmetros o mais idênticos ao controlo quanto possível. Uma maior antecipação ou atraso da produção acopladas a uma redução de produtividade, calibre, ou qualidade da fruta, pode significar que o rendimento extra potencialmente obtido pelos preços mais favoráveis da janela de mercado será anulado, ou pelo menos diminuído.

Verificam-se, no entanto, diferenças significativas no escalonamento da quantidade colhida tendo em conta o tratamento. A figura 9 revela que a cobertura de polietileno conseguiu concentrar a colheita numa fase mais inicial, colhendo-se cerca de 50% da produção total apenas na 1ª colheita (27 de Maio). Este tratamento permitiu uma quantidade de produção total bastante semelhante ao controlo, sendo assim possível afirmar que o plástico não só adianta a colheita através do efeito de concentração da produção mais cedo, como também não penaliza a produção total.

O controlo e a rede cinzenta foram tratamentos com comportamento semelhante, tanto na quantidade total como no escalonamento das colheitas, embora o controlo tenha permitido mais uma colheita com quantidade significativa. Conclui-se que a rede cinzenta, tal como mencionado na literatura, ao permanecer todo o ano permite que a cultura se adapte e tenha

uma evolução mais gradual, sem variações bruscas, ao longo do tempo (Hicklenton et al., 2004).

A cobertura com rede branca teve resultados surpreendentes, mostrando uma produtividade total bastante acima dos tratamentos restantes. Demonstrou também um efeito oposto ao plástico, na medida em que concentrou a grande parte da sua produção num ponto mais tardio, correspondendo à 2ª, 3ª e 4ª colheitas (5, 13 e 20 de Junho, respetivamente).



**Figura 9** - Visualização do escalonamento da colheita por tratamento. AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

#### **4.5 Análise do ambiente luminoso**

As medições da PAR feitas com o ceptómetro e com o espectroradiómetro produziram resultados ligeiramente diferentes, como se pode constatar nos quadros 23 e 24. As medições com ambos os aparelhos não puderam ser realizadas simultaneamente, devido ao facto de não ser possível manusear os dois equipamentos ao mesmo tempo, estando assim ligeiramente desfasadas e correspondendo a posições diferentes do Sol. No entanto, foram realizadas dentro de um intervalo de 3 horas do meio dia solar, apontando para que as diferenças de leitura em tratamentos idênticos sejam mais provavelmente ligadas à natureza diferente dos sensores de ambos os aparelhos. O espectroradiómetro mediu fluxos de fotões superiores ao ceptómetro em todos os tratamentos exceto na rede branca. Se fosse uma questão de intensidade solar mais ou menos elevada devido à hora das medições, esperava-se um efeito único de aumento ou decréscimo das medições. No entanto, nem o efeito foi sempre positivo nem foi constante nos acréscimos ou decréscimos do ceptómetro para o espectroradiómetro. Os aparelhos possuem distintas características, sendo que o ceptómetro é composto por 64 sensores distribuídos numa barra de formato paralelepípedo, tendo uma reduzida amplitude de receção luminosa. Por outro lado, o espectroradiómetro possui apenas um sensor em formato de “bolha” que apresenta uma amplitude de receção de 180°. Para além desta diferença fundamental, as sensibilidades a cada comprimento de onda são diferentes nos dois aparelhos. O quadro 23 é consistente com o quadro 24, na medida em que os tratamentos obtiveram valores diferentes, mas a classificação dos mesmos é bastante semelhante.

**Quadro 23** - Fluxo de fótons medido pelo ceptómetro em cada tratamento.

Resultados obtidos pelo ceptómetro		
Variáveis	Média ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	DP
AL	1294,5 a	11,3
C	1306,1 a	16,9
P	856,2 b	57,1
RB	639,5 b	73,4
RC	603,7 b	40,9

**Quadro 24** - Fluxo de fótons medido pelo espectrorradiómetro em cada tratamento.

Resultados obtidos pelo espectrorradiómetro		
Variáveis	Média ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	DP
AL	1384,6 a	16,1
C	1378,0 a	52,7
P	1000,1 b	36,4
RB	624,8 c	37,9
RC	701,6 bc	59,4

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ . AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

No quadro 25 são apresentadas as frações PAR de cada tratamento. Este parâmetro foi obtido pela divisão do "Integrated Total" pelo integral total do espectro medido, ou seja:

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

Estes resultados evidenciam a eficiência do polietileno enquanto cobertura, visto que este reduz a quantidade de radiação não fotossinteticamente ativa que a planta recebe em relação aos tratamentos RB e RC. Desta forma, apesar do polietileno reduzir a quantidade absoluta de radiação que as plantas recebem, fá-lo de uma forma controlada, deixando passar em maiores quantidades relativas a PAR. Este fenómeno pode ajudar a explicar o atraso induzido pelas redes, na medida em que estas não só reduzem bastante a quantidade absoluta de radiação que chega ao coberto, como também parecem piorar a qualidade da radiação recebida em termos de fração PAR.

**Quadro 25** - Cálculo da fração PAR para cada tratamento.

Fração PAR nos tratamentos observados		
Tratamento	Rácio de PAR	DP
<b>P</b>	0,697 a	0,002
<b>C</b>	0,696 a	0,003
<b>AL</b>	0,692 ab	0,002
<b>RC</b>	0,686 bc	0,003
<b>RB</b>	0,683 c	0,006

Nota: letras diferentes na coluna refletem diferenças significativas no teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância  $\alpha=0.05$ .  
AL-Ar Livre; P-Polietileno; RB-Rede Branca; RC-Rede cinzenta.

A figura 10 mostra as curvas de densidade de fluxo de fótons dos 3 tratamentos e do túnel de controlo. Neste, é possível ver que as curvas apresentam formatos idênticos, um resultado esperado pois as coberturas utilizadas eram neutras em termos de coloração, não sendo expectável observar um aumento ou decréscimo significativo de uma gama de comprimentos de onda correspondentes a uma cor específica. Neste gráfico é possível constatar que o uso de coberturas, mesmo algo transparente como o polietileno, reduz bastante a radiação incidente. O caso das redes de ensombramento é particularmente interessante visto que a variação entre a rede branca e a cinzenta foi bastante pequena, contrastando com os resultados obtidos nos parâmetros referentes à produção, e os resultados obtidos nos parâmetros de avaliação do ambiente luminoso. Estes resultados parecem até sugerir uma ligeira inferioridade da rede branca face à rede cinzenta, o que mais uma vez não se verifica nos resultados referentes à produção. É possível, então, equacionar que não é necessariamente a quantidade de radiação incidente que mais afeta os parâmetros avaliados, não é o factor limitante, mas talvez a qualidade da radiação e uma série de fatores externos não medidos neste ensaio. Para além disso, o tratamento com rede cinzenta foi mantido desde o ano anterior, o que significa que as plantas estiveram sujeitas a um ambiente de radiação e temperatura bastante inferiores ao normal, o que pode explicar a discrepância entre os valores de radiação e de produção.

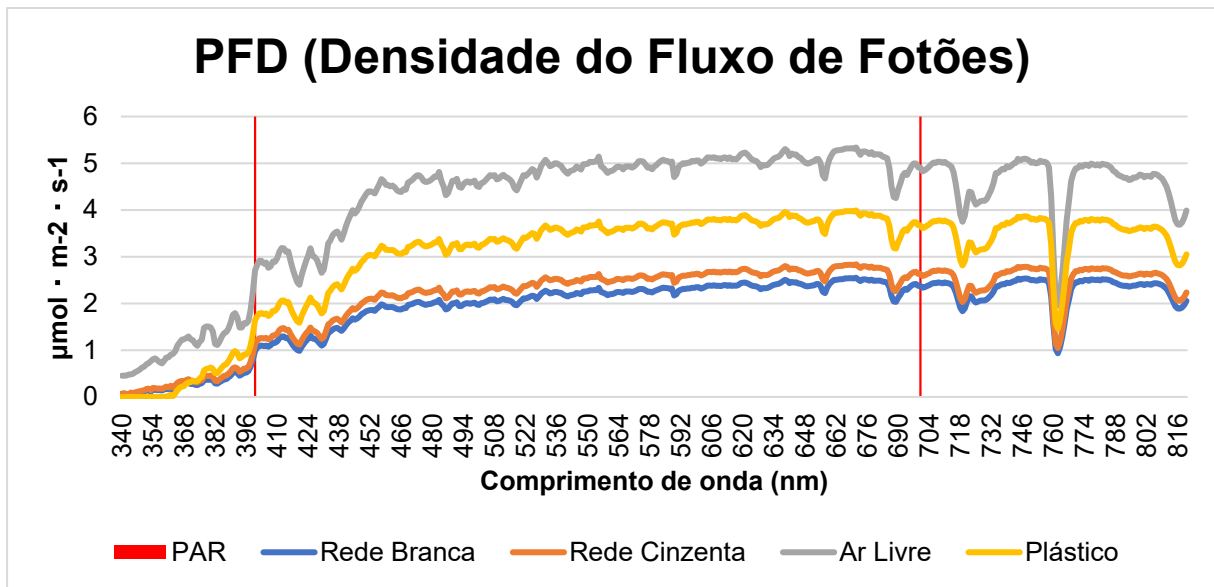


Figura 10 - PFD medido pelo espectrorradiômetro.

## 5. Conclusão

Esta dissertação focou-se na implementação de coberturas de polietileno e de redes de ensombramento, nomeadamente rede branca e rede cinzenta, e acompanhamento do seu efeito na fenologia e período de colheita, no rendimento e na qualidade de diferentes cultivares de mirtilo, bem como nas características do ambiente luminoso dos túneis com essas mesmas coberturas, sendo que nas condições do ensaio foi necessário considerar que as manchas de solo em cada túnel não influenciavam significativamente os comportamentos evidenciados. Este ensaio foi menos robusto que o desejado devido à falta de dados e à necessidade de controlar de forma mais completa o ambiente dentro de cada túnel (pH do solo, temperatura do ar, controlo das práticas do agricultor).

No que diz respeito à fenologia, pode, então, concluir-se que a cultura do mirtilo na região do Sudoeste Alentejano é influenciada pela aplicação de coberturas. Esta influência varia com o tipo de cobertura utilizada e com a cultivar, sendo que nem todas as cultivares reagem da mesma forma a coberturas idênticas. Em relação ao controlo (ar livre), o polietileno parece promover um adiantamento da fenologia nas plantas observadas, de forma bastante generalizada, enquanto as redes de ensombramento parecem ter um efeito de atraso no desenvolvimento da cultura. Com o objetivo de estender a época de produção, tanto pela via da antecipação da produção como pelo atraso, conclui-se que na presença das cultivares utilizadas no ensaio a abordagem mais adequada seria a aplicação de uma cobertura de polietileno nas cultivares S, L e AB, uma rede de ensombramento na cultivar SB, e potencialmente a ausência de cobertura no caso da G. Desta forma, as potencialidades naturais das cultivares seriam ampliadas pela sua capacidade de resposta aos tratamentos, visto que este esquema de tratamentos foi elaborado com base na magnitude das diferenças em relação ao ar livre observadas no âmbito da fenologia e tempo de maturação da fruta.

As coberturas utilizadas influenciaram alguns parâmetros de qualidade da fruta, nomeadamente o teor de sólidos solúveis e o teor de matéria seca, sendo que o calibre permaneceu inalterado. A redução do teor de sólidos solúveis observada no caso da rede de ensombramento permanente pode significar que o ambiente luminoso debaixo da mesma criou condições deficientes para a acumulação de fotoassimilados na fruta, sendo necessária cautela na aplicação de qualquer cobertura que reduza a incidência solar, devido à importância deste factor no processo de maturação do fruto. O aumento do teor de matéria seca no caso do polietileno pode ser explicado pela ligeira desidratação sofrida pelos frutos nas condições de elevada temperatura criadas por esta cobertura, criando assim a possibilidade de ser necessária a remoção do polietileno, ou aumento da ventilação antes de períodos com elevadas temperaturas. O facto destas alterações serem pouco acentuadas, aliadas ao calibre idêntico entre tratamentos, permitem afirmar que a influência das coberturas

na qualidade da fruta é bastante reduzida, um dos pontos fulcrais para o sucesso na sua aplicação.

Neste ensaio destacou-se a rede temporária pela sua performance apreciável, atingindo um peso de produção total superior aos restantes tratamentos, com parâmetros comparáveis ao polietileno e controlo em termos de quantidade e qualidade da fruta. Este tratamento parece ter induzido algum atraso fenológico, sendo o que mais escalonou a colheita, permitindo um elevado número de colheitas com quantidades significativas, distribuindo a produção ao longo do tempo. Este efeito pode ter interesse económico, na medida em que permite colher determinadas cultivares em períodos mais tardios, com preços mais competitivos, sem aparente decréscimo na qualidade da fruta colhida e sem prejuízo da produtividade total da planta.

O crescimento do ano anterior parece ter sofrido alguma influência negativa no caso da rede permanente, verificando-se uma redução generalizada do vigor dos ramos caracterizada pelo menor diâmetro e menor número de gomos totais. Este resultado sugere que a utilização prolongada de equipamentos que reduzam a incidência solar pode influenciar negativamente o vigor das plantas.

O tempo de maturação da fruta sofreu um decréscimo com a utilização do polietileno, refletido especialmente no facto dos volumes de colheita terem sido mais elevados nas datas iniciais, bem como a reduzida quantidade de colheitas com volumes significativos, o que sugere uma concentração da produção no início da colheita. Por outro lado, as redes de ensombramento parecem não ter causado um efeito tão linear quando comparadas com o controlo, sendo que em alguns casos aparentam ter encurtado este período, enquanto noutros o tempo de maturação foi mais elevado. Este efeito reflete a influência do genótipo na utilização das coberturas, sendo necessário avaliar qual o tipo de cobertura a utilizar em cada cultivar, visto que os comportamentos não são lineares. De qualquer modo, tendo em conta o efeito observado no escalonamento da colheita, as redes de ensombramento parecem ter distribuído os volumes colhidos de forma mais homogénea, não se observando um efeito de concentração acentuado. O facto da fenologia da planta ser atrasada pelas redes, em conjunto com a maturação mais demorada observada em alguns casos, indica que o objetivo destas coberturas foi atingido, na medida em que permitem estender o período produtivo das plantas.

O ambiente luminoso criado pelas diferentes coberturas foi bastante semelhante em termos de qualidade, com a importante distinção da fração PAR. Este parâmetro foi fulcral na distinção da influência das coberturas, revelando uma superioridade do polietileno pela maior “seletividade” na radiação que permite atravessar, concentrando a PAR e reduzindo a incidência de outros tipos de radiação. As redes de ensombramento revelaram uma tendência

inversa, permitindo a passagem de quantidades de radiação não fotossinteticamente ativa superiores, em termos relativos. Em termos de fluxo de fótons absoluto, o polietileno reduziu a passagem de radiação em cerca de 25%, enquanto as redes de ensombramento atingiram reduções de quase 50%. Conclui-se que não só as redes reduzem a fração PAR no coberto, como também reduzem a quantidade absoluta de radiação de forma bastante significativa.

Os resultados obtidos nos registos fenológicos e as datas propostas pelos modelos estabelecidos conduzem à sugestão de que a conjugação criteriosa das diferentes coberturas e cultivares pode permitir o alargamento da época de produção em cerca de 3 semanas. De facto, o polietileno aplicado à Star permitiria antecipar a produção em cerca de 8 dias (em relação ao ar livre), sendo que a rede branca aplicada à SkyBlue, tendo em conta o escalonamento observado, permitiria prolongar a produção em cerca de duas semanas.

Dadas as limitações do ensaio realizado, a conclusão principal é a necessidade de repetir o mesmo de forma mais adequada. Numa perspetiva futura, seria interessante a realização de novos ensaios no âmbito da utilização de coberturas e alteração dos períodos de produção, pois este tipo de estudo é interessante noutras regiões onde a mesma diferença de período de colheita pode conferir uma maior diferença de preço. Estes poderão incidir na utilização de coberturas coloridas, um tema não abordado neste ensaio, bem como em diferentes datas de colocação/remoção das mesmas. Para além disso, seria interessante repetir ensaios semelhantes ao apresentado mas mais específicos (isto é, focados em antecipar período de colheita com cultivar SHB ou focados em atrasar período de colheita com NHB ou 'rabbiteye') e com medições de diferentes parâmetros fisiológicos e meteorológicos, visto que o tema abordado apresenta ainda bastantes incógnitas em relação à resposta das plantas aos diferentes ambientes luminosos, sendo importante caracterizar esta resposta, bem como o ambiente proporcionado pelos dispositivos utilizados, de forma a estabelecer correlações mais robustas.

## 6. Bibliografia

- Baptista, M. C., Oliveira, P. B., Lopes da Fonseca, L., & Oliveira, C. M. (2006). Early ripening of southern highbush blueberries under mild winter conditions. *Acta Horticulturae*, 715, 191–196. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.715.27>
- Borges, G., Degeneve, A., Mullen, W., & Crozier, A. (2010). Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 3901–3909. <https://doi.org/10.1021/jf902263n>
- Cline, B. (2011). Blueberry cultivar “LEGACY.” *NC Blueberry Journal*.  
<http://ncblueberryjournal.blogspot.com/2011/08/blueberry-cultivar-legacy.html>
- GPP. (2018). *Pequenos frutos* (p. 6). GPP.
- Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., Kromhout, D., Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study. *The Lancet*, 342(8878), 1007–1011.  
[https://doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)92876-U](https://doi.org/10.1016/0140-6736(93)92876-U)
- Hertog, M. G. L., Kromhout, D., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Fidanza, F., Giampaoli, S., Jansen, A., Menotti, A., Nedeljkovic, S., Pekkarinen, M., Simic, B. S., Toshima, H., Feskens, E. J. M., Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1995). Flavonoid intake and long-term risk. *JAMA Internal Medicine*, 155, 381–386.
- Hicklenton, P., Forney, C., & Domytrak, C. (2003). Use of row covers and post harvest storage techniques to alter maturity and marketing period for highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, 626, 287–295.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.626.40>
- Hicklenton, P., Forney, C., & Domytrak, C. (2004). Row covers to delay or advance maturity in highbush blueberry. *Small Fruits Review*, 3(1–2), 169–181.  
[https://doi.org/10.1300/J301v03n01\\_17](https://doi.org/10.1300/J301v03n01_17)
- INE, I.P. (2016). *Causas de morte 2016* (p. 144). INE.
- INE, I.P. (2018). *Estatísticas Agrícolas 2017* (p. 170). INE.
- Kadir, S., Carey, E., & Ennahli, S. (2006). Influence of High Tunnel and Field Conditions on Strawberry Growth and Development. *HortScience*, 41(2), 329–335. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.2.329>

- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259–263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Legacy Blueberries @ Fall Creek Nursery | Plants. Varieties. Farming. (n.d.). Fall Creek Nursery. Retrieved October 1, 2019, from <https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/legacy>
- Lobos, G.A., Retamales, J. B., A. del Pozo, Hancock, J. F., & Flore, J. A. (2009). Physiological response of *Vaccinium corymbosum* “Elliot” to shading nets in Michigan. *Acta Horticulturae*, 810, 465–470. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.810.60>
- Lobos, G.A., Retamales, J. B., Hancock, J. F., Flore, J. A., Romero-Bravo, S., & del Pozo, A. (2013). Productivity and fruit quality of *Vaccinium corymbosum* cv. Elliott under photo-selective shading nets. *Scientia Horticulturae*, 153, 143–149. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.012>
- Lobos, G. A., Retamales, J. B., Hancock, J. F., Flore, J. A., Cobo, N., & del Pozo, A. (2012). Spectral irradiance, gas exchange characteristics and leaf traits of *Vaccinium corymbosum* L. ‘Elliott’ grown under photo-selective nets. *Environmental and Experimental Botany*, 75, 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.09.006>
- Lyrene, P. M., & Sherman, W. B. (2000). ‘Star’ Southern Highbush Blueberry. *HortScience*, 35(5), 956–957. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.5.956>
- Madeira, B. (2016). *Cultura do Mirtilo*. PUBLINDUSTRIA, 200 pp, Porto .
- Mauro, R. P., Occhipinti, A., Longo, A. M. G., & Mauromicale, G. (2011). Effects of shading on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and photosynthesis of subterranean clover: Effects of shading on subterranean clover. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197(1), 57–66. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2010.00436.x>
- Oliveira, P.B. , & Lopes-da-Fonseca, L. (2013). Produção de mirtilos em cultura protegida. *Pequenos Frutos*, 3, 22–23.
- Oliveira, P. B , & Silva, A. R. (2015). Ensaio de cultivares de mirtilo ao ar livre no sudoeste alentejano. *Pequenos Frutos*, 10, 20–21.
- Oliveira, P. B., & Silva, A. R. (2017). Resultados de quatro anos de produção de mirtilo em cultura protegida. *Pequenos Frutos*, 18, 5–7.

- Oliveira, P.B. (2018). O sector dos pequenos frutos, cenário actual e desafios futuros. *Frutas, Legumes e Flores*, 58.
- Oliveira, P.B, Baptista, M. C., & Lopes da Fonseca, L. (s.d.-a). *Produção precoce de mirtilos “Southern Highbush Blueberry” através da optimização da floração outonal da cultivar Sharpblue*. 5.
- Oliveira, P. B, Baptista, M. C., & Lopes-da-Fonseca, L. (s.d.-b). *Produção precoce de mirtilos “Southern Highbush Blueberry” em cultura protegida*. 7.
- Parente, C.(2014). *Efeito do frio artificial na quebra da dormência e produtividade do mirtilo (Vaccinium corymbosum)*. Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa.
- Parente, C., Oliveira, P. B. , & Oliveira, C. M. (2013). Produção precoce e tardia de Mirtilo em substrato. *Pequenos Frutos*, 5, 20–22.
- Parry, J., Su, L., Moore, J., Cheng, Z., Luther, M., Rao, J. N., Wang, J.-Y., & Yu, L. L. (2006). Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 3773–3778. <https://doi.org/10.1021/jf060325k>
- Patel, N. (2010). (54) *BLUEBERRY VARIETY NAMED SKY BLUE*. 9.
- Pinto, P., Cardoso, S., Pimpão, R. C., Tavares, L., Ferreira, R. B., & Santos, C. N. (2013). Daily polyphenol intake from fresh fruits in Portugal: Contribution from berry fruits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(8), 1022–1029. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.816938>
- Retamales, J.B., Montecino, J. M., Lobos, G. A., & Rojas, L. A. (2008). Colored shading nets increase yields and profitability of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, 770, 193–197. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.770.22>
- Retamales, J. B., & Hancock, J. F. (2012). *Blueberries*. CABI, 323pp, Oxfordshire
- Santos, I. C., Silva, M. A., Albuquerque, T. G., & Costa, H. S. (2017). Frutas e hortícolas análise comparativa dos seus teores em compostos fenólicos e flavonoides totais. *Boletim Epidemiológico Observações*, 6(9), 72.
- SIMA. (2018). *Preços nos mercados de produção—Mirtilo*.
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673–24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>

- Strik, B. C., Finn, C. E., & Moore, P. P. (2014). *Blueberry Cultivars for the Pacific Northwest*. 13.
- Stringer, S. J., Draper, A. D., Marshall, D. A., & Spiers, J. M. (2012). 'Gupton' Southern Highbush Blueberry. *HortScience*, 47(2), 293–295. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.2.293>
- Stringer, S. J., Draper, A. D., Spiers, J. M., Marshall, D. A., & Smith, B. J. (2013). 'Pearl' Southern Highbush Blueberry. 2.
- Szajdek, A., & Borowska, E. J. (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(4), 147–156. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0097-5>
- Viji, M. M., Thangaraj, M., & Jayapragasam, M. (1997). Effect of low light on photosynthetic pigments, photochemical efficiency and Hill reaction in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178(4), 193–196. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1997.tb00490.x>
- Waterer, D. (2003). Yields and Economics of High Tunnels for Production of Warm-season Vegetable Crops. *HortTechnology*, 13(2), 339–343. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.2.0339>
- Zamora-Ros, R., Knaze, V., Luján-Barroso, L., Slimani, N., Romieu, I., Touillaud, M., Kaaks, R., Teucher, B., Mattiello, A., Grioni, S., Crowe, F., Boeing, H., Förster, J., Quirós, J. R., Molina, E., Huerta, J. M., Engeset, D., Skeie, G., Trichopoulou, A., ... González, C. A. (2011). Estimation of the intake of anthocyanidins and their food sources in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *British Journal of Nutrition*, 106(07), 1090–1099. <https://doi.org/10.1017/S0007114511001437>
- Zoratti, L., Jaakola, L., Häggman, H., & Giongo, L. (2015). Modification of sunlight radiation through colored photo-selective nets affects anthocyanin profile in *Vaccinium* spp. Berries. *PLOS ONE*, 10(8), e0135935. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135935>